ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 AOUT 1926.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES BARROIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

RADIOCHIMIE. — *Parallélisme entre le pouvoir fluorescent et la vitesse de réaction.* Note de M. **Jean Perrin** et Mlle **Choucroun**.

Selon une théorie d'Arrhenius déjà classique (1889) et récemment présentée ([1]), les molécules d'une espèce chimique existent simultanément sous plusieurs formes en équilibre chimique, une forme ordinaire et une forme activée (ou plusieurs) d'énergie interne très supérieure et de concentration excessivement faible. C'est dans l'état activé que la molécule agit chimiquement sur les réactifs convenables (s'il s'en trouve dans le milieu); la vitesse de réaction doit être proportionnelle à la concentration en molécules activées, c'est-à-dire au produit de la *natalité*, en molécules activées, par la *vie moyenne* dans l'état activé ([1]).

D'autre part, une théorie récente ([1]) explique la fluorescence de la façon suivante : par absorption d'un quantum de la lumière excitatrice, certaines molécules passent brusquement dans un état activé, y demeurent un certain temps, puis régénèrent brusquement l'état ordinaire en rendant le quantum absorbé soit sous forme de lumière (et c'est précisément la fluorescence), soit sous forme d'énergie cinétique. La mesure de pouvoir fluorescent en fonction de la concentration montre qu'aux grandes dilutions la réémission avec fluorescence est la règle, mais que, lorsque la concentration grandit, et par suite d'une *induction* entre molécules ordinaire et active, la réémission sous forme cinétique est de plus en plus fré-

([1]) Voir, pour le détail de la théorie *Lumière et Réactions chimiques* (Jean Perrin, deuxième Conseil de Chimie-Solvay, avril 1925, p. 322-396, Gauthier-Villars).

quente, et devient la règle aux fortes concentrations, pour lesquelles l'éclat tombeà zéro.

Le parallélisme des deux théories est évident : les molécules activées d'Arrhenius seraient formées par absorption d'un quantum (lumineux ou cinétique) et régénèrent l'état ordinaire avec fluorescence (tombant en général hors des spectres visibles) ou perte d'énergie cinétique.

Il était donc permis de supposer qu'une vitesse de destruction d'un corps fluorescent par un réactif approprié serait proportionnelle à la durée de la vie moyenne dans l'état activé; et que par suite, la probabilité de destruction d'une molécule donnée (ou l'activité chimique) serait plus grande aux fortes dilutions qu'aux faibles dilutions.

C'est bien ce que nous avions constaté sur divers corps, étudiant particulièrement pour les fortes dilutions la destruction par la glycérine, du bleu de méthylène nouveau et du bleu de méthylène. Même pour une masse donnée de matière, la vitesse croissait encore beaucoup avec la dilution alors que le pouvoir fluorescent avait atteint de valeur limite [1].

Ceci avait forcé à supposer qu'une molécule ordinaire, à des distances relativement grandes, pouvait catalyser la régénération d'une molécule activée avec réémission de lumière (c'est-à-dire diminuer la vie moyenne sans faire encore décroître la fluorescence). Et aucune explication n'était trouvée pour cette influence, alors que, compte tenu du principe de correspondance, l'induction électrique ordinaire rend compte de la transformation du quantum en énergie cinétique des molécules qui s'influencent.

Heureusement, et comme on le voit par la Note ci-dessous (p. 357) Mlle Choucroun a reconnu que cette anomalie tenait à l'action de traces d'ions oxhydrile en proportion variable, et que pour une concentration maintenue constante en ces ions, la vitesse de réaction atteignait sa valeur limite beaucoup plus tôt que nous ne l'avions cru.

On a cherché alors, pour le bleu de méthylène, les valeurs du pouvoir fluorescent aux concentrations pour lesquelles on avait mesuré la vitesse de réaction. Et l'on trouve qu'il y a simplement proportionnalité entre l'éclat du corps fluorescent et la vitesse de réaction : passant de la concentration $\frac{1}{200}$ à la concentration $\frac{1}{1500}$ l'éclat est multiplié environ par 10,5 et la vitesse environ par 11.

Du même coup on voit que la loi d'action de masse ne sera sans doute vérifiée que pour des dilutions telles que le pouvoir fluorescent reste sen-

---

(1) Jean Perrin et Mlle Choucroun, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1402.

siblement constant. Pour les concentrations c plus fortes le terme en c qui figure dans la loi d'action de masse devra être remplacé par un terme ce^{-kc} puisque selon la loi quantitative établie par Francis Perrin [1] le pouvoir fluorescent est proportionnel à l'exponentielle e^{-kc}. Les expériences sont poursuivies.

M. **Léon Guillet**, en son nom et en celui de M. **M. Fourment**, fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé : *Métallurgie du plomb, du nickel et du cobalt et alliages de ces métaux.*

M. **Georges Friedel** fait hommage à l'Académie de ses *Leçons de Cristallographie professées à la Faculté des sciences de Strasbourg.*

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Simplification de la méthode de Liouville dans la théorie des fonctions élémentaires.* Note de M. **J.-F. Ritt.**

Liouville, dans une suite de Mémoires fort remarquables, a développé une méthode pour reconnaître la possibilité d'intégrer une équation différentielle en n'employant que des fonctions algébriques, des quadratures et la fonction exponentielle. Il a été suivi, dans ce genre de recherches, par quelques auteurs scandinaves et russes.

Je vais montrer comment, en utilisant une idée extrêmement naturelle, on peut simplifier remarquablement les démonstrations laborieuses de Liouville et de ses successeurs.

Je démontrerai par la nouvelle méthode le théorème classique de Liouville : *Si l'équation*

$$y' + y^2 = P(x), \tag{1}$$

P *étant algébrique, possède une solution élémentaire, elle a nécessairement une solution algébrique.*

---

(1) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1978.

En adoptant la terminologie de Liouville, nous appellerons *monome de première espèce* l'exponentielle ou l'intégrale (non algébrique) d'une fonction algébrique, et *fonction de première espèce* toute combinaison algébrique de monomes de première espèce et de x qui ne se réduit pas à une fonction algébrique. L'exponentielle ou l'intégrale d'une fonction de première espèce sera un monome de deuxième espèce, etc.

Parmi toutes les solutions élémentaires de (1), choisissons-en une dont l'espèce a un indice n minimum, et qui renferme un minimum de monomes de $n^{\text{ième}}$ espèce. Je dis que cette solution est algébrique.

Supposons qu'elle ne le soit pas, et représentons-la par $y = F(x, \theta)$, où θ est un monome de $n^{\text{ième}}$ espèce dont y dépend algébriquement et où F renferme peut-être d'autres monomes, des n premières espèces. En substituant F dans (1), on obtient une relation qui doit subsister identiquement en θ. Autrement, on pourrait exprimer θ algébriquement par les autres monomes, et réduire la complexité de F. C'est là un principe de Liouville.

Or développons F suivant les puissances de θ, autour de $\theta = \infty$. On aura

$$y = F(x, \theta) = \alpha\theta^{p} + \alpha_1\theta^{p_1} + \ldots,$$

où les p sont des nombres rationnels décroissants et où *les α s'expriment algébriquement par x et par les monomes autres que θ qui entrent dans* F. Si θ est une exponentielle, e^{v}, on a

$$y' = (\alpha' + p\alpha v')\,\theta^{p} + \ldots.$$

Si θ est une intégrale, on a

$$y' = \alpha'\theta^{p} + \ldots.$$

Nous pouvons évidemment nous borner au cas où $P(x)$ n'est pas identiquement nulle. Alors, pour que (1) devienne une identité en θ, il faut que $p \geqq 0$. Puisque $2p$, le premier exposant dans y^2, ne doit par surpasser p, le premier exposant dans y', il faut avoir, quel que soit le type de θ, $p = 0$, $\alpha' + \alpha^2 = p$, c'est-à-dire que α doit être une solution de (1). Or cela est impossible, puisque α est moins complexe que y. Donc y est algébrique.

La supériorité de la nouvelle méthode sur celle de Liouville provient de ce qu'elle utilise plus complètement la circonstance que F dépend algébriquement de θ.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application des transcendantes de Fourier-Bessel à plusieurs variables au développement en séries trigonométriques des fonctions conditionnellement périodiques.* Note [1] de M. **Akimoff**, transmise par M. Paul Appell.

En généralisant la méthode de Weierstrass pour l'inversion d'une intégrale définie dans le domaine réel, M. Staude [2] a été amené à considérer le développement

$$(1)\qquad f(v, v') = \sum_{p,p'=-\infty}^{+\infty} B_{pp'} e^{i(pv+p'v')} = \sum_{m,m'=-\infty}^{+\infty} A_{mm'} e^{i(m\zeta+m'\zeta')},$$

ou

$$(2)\qquad \begin{cases} \rho t + \alpha = \zeta = v - e_1 \sin v - \varepsilon_3 \sin 2v - \ldots - e'_1 \sin v' - e'_2 \sin 2v' - \ldots, \\ \rho' t + \alpha' = \zeta' = v' - \varepsilon_1 \sin v - \varepsilon_2 \sin 2v - \ldots - \varepsilon'_1 \sin v' - \varepsilon'_2 \sin 2v' - \ldots \end{cases}$$

et

$$(3)\qquad A_{mm'} = \frac{1}{4\pi^2}\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} f(v, v')\, e^{-i(m\zeta+m'\zeta')}\left(\frac{\partial\zeta}{\partial v}\frac{\partial\zeta'}{\partial v'} - \frac{\partial\zeta}{\partial v'}\frac{\partial\zeta'}{\partial v}\right) dv\, dv',$$

$\rho, \alpha, e_j, e'_j; \rho', \alpha', \varepsilon_j, \varepsilon'_j$ $(j = 1, 2, \ldots)$ étant des constantes et les conditions bien précises de l'existence et de l'unicité de la solution du système (2) étant supposées remplies.

Par analogie avec le cas classique

$$(e_2 = e_3 = \ldots = e'_1 = e'_2 = \ldots = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \ldots = \varepsilon'_2 = \varepsilon'_3 = \ldots = 0)$$

traité par Cauchy [3] où interviennent les transcendantes de Bessel, on peut exprimer les coefficients $A_{mm'}$ par des séries multiples en

$$B_{pp'} \qquad (p, p' = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots),$$

en introduisant les transcendantes de Bessel généralisées découvertes par M. Appell [4].

---

[1] Séance du 26 juillet 1926.

[2] *Ueber bedingt periodische Functionen und Anwendungen derselben auf Mechanik* (*Journal für Mathematik*, 105, 1889, p. 298-328).

[3] *Comptes rendus*, 13, 1841, p. 850. (*Œuvres*, 1re série, 6, p. 358.)

[4] *Comptes rendus*, 160, 1915, p. 419.

A cet effet, prenons le développement [1]

$$(4) \qquad e^{i\sum_{k=1}^{\infty} x^k \sin k\varphi} = \sum_{q=-\infty}^{+\infty} \mathrm{I}_q(x_1, x_2, \ldots)\, e^{iq\varphi}.$$

De (3), en ayant égard à (1), (2) et (4), on déduit

$$\begin{aligned}
\mathrm{A}_{mm'} = & \sum_{p,p',r,r'=-\infty}^{+\infty} \mathrm{B}_{pp'}\, \mathrm{I}_r(m'\varepsilon_1, m'\varepsilon_2, \ldots) \left\{ \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} e^{i\left[(p+r)v - mv + m\sum_{k=1} e_k \sin kv\right]} \frac{\partial \zeta}{\partial v}\, dv \right\} \\
& \times \mathrm{I}_{r'}(me'_1, me'_2, \ldots) \left\{ \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} e^{i\left[(p'+r'v)' - m'v' + m'\sum_{k=1}^{\infty} \varepsilon' \,\mathrm{s\ n}\, kv'\right]} \frac{\partial \zeta'}{\partial v'},\, dv' \right\} \\
& - \sum_{p,p',s,s'=-\infty}^{+\infty} \mathrm{B}_{pp'}\, \mathrm{I}_s(me_1, me_2, \ldots) \left\{ \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} e^{i\left[(p-m-s)v + m'\sum_{k=1}^{\infty} \varepsilon_k \sin kv\right]} \frac{\partial \zeta'}{\partial v}\, dv \right\} \\
& \times \mathrm{I}_{s'}(m'\varepsilon'_1, m'\varepsilon'_2, \ldots) \left\{ \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} e^{i\left[p' - m' + s')v' + m\sum_{k=1}^{\infty} e'_k \sin kv'\right]} \frac{\partial \zeta}{\partial v'}\, dv' \right\}.
\end{aligned}$$

En effectuant ici l'intégration par parties, on trouve, après une réduction simple, la formule cherchée [2]

$$\begin{aligned}
(5) \quad \mathrm{A}_{mm'} = \sum_{p,p',r,r'=-\infty}^{+\infty} & \frac{pp' + pr' + p'r}{mm'} \mathrm{B}_{pp'}\, \mathrm{I}_r(m'\varepsilon_1, m'\varepsilon_2, \ldots)\, \mathrm{I}_{m-p-r}(me_1, me_2, \ldots) \\
& \times \mathrm{I}_{r'}(me'_1, me'_2, \ldots)\, \mathrm{I}_{m'-p'-r'}(m'\varepsilon'_1, m'\varepsilon'_2, \ldots).
\end{aligned}$$

Cette formule générale comprend plusieurs résultats trouvés autrement par d'autres chercheurs. Je me borne à citer les cas particuliers suivants :

1° Pour $e'_1 = e'_2 = \ldots = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \ldots = 0$ dans la formule (5) il faut poser $r = 0$, $r' = 0$, elle se réduit alors à une généralisation immédiate de la formule de Cauchy [3].

2° Pour $e_1 = e_2 = \ldots = e'_1 = e'_2 = \ldots = 0$, il faut poser $m - p - r = 0$, $r' = 0$; la formule (5) se réduit à une généralisation immédiate de la for-

(1) M. Akimoff, *Comptes rendus*, 163, 1916. p. 26. — B. Jekhowsky, *Comptes rendus*, 164, 1917, p. 719.

(2) M. Akimoff, *Sur quelques applications des fonctions de Bessel à plusieurs variables* (*Annales du Laboratoire mathématique de l'Université de Crimée*, 3, 1921, p. 64, en russe).

(3) *Loc. cit.*

mule de Hansen (1) et trouve son application dans la méthode de Gyldén (2).

3° Pour $e_1 = e_2 = \ldots = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \ldots = 0$ il faut poser $r = 0$, $m - p - r = 0$. La série trigonométrique simple

$$\left(\sum_{p'=-\infty}^{+\infty} B_{pp'} e^{ip'\varphi'}\right) e^{ip\varphi} + \left(\sum_{p'=-\infty}^{+\infty} B_{-pp'} e^{ip'\varphi'}\right) e^{-ip\varphi}$$

se transforme en série trigonométrique simple (3)

$$\left(\sum_{m'=-\infty}^{+\infty} A_{pm'} e^{im'\xi'}\right) e^{ip\xi} + \left(\sum_{m'=-\infty}^{+\infty} A_{-pm'} e^{im'\xi'}\right) e^{-ip\xi}.$$

4° Si e_j, ε_j; e'_j, ε'_k et $B_{pp'}$ ($j, k = 1, 2, \ldots; p, p' = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots$) sont des séries de puissances des deux paramètres ε, ε' qui contiennent comme facteurs respectivement ε^j, ε'^k et $\varepsilon^{|p|}\varepsilon'^{|p'|}$, $A_{mm'}$ est aussi une telle série qui contient comme facteur $\varepsilon^{|m|}\varepsilon'^{|m'|}$ (4).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'allure des fonctions représentées par les séries de Dirichlet et la croissance des fonctions analytiques autour d'un point singulier.* Note (5) de M. **Mandelbrojt**, présentée par M. Hadamard.

Désignons par p_n le $n^{\text{ième}}$ nombre premier ($p_1 = 2$), par K un entier fixe et par $s = \sigma + it$ une variable complexe. Posons

$$F(s) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n}{p_n^{Ks}}. \tag{1}$$

Supposons que cette série de Dirichlet possède un axe de convergence absolue.

Désignons d'autre part par $\varphi(X)$ une fonction holomorphe dans le cercle $\mathcal{C}$ de rayon *un* autour de l'origine.

(1) H. Poincaré, *Leçons de Mécanique céleste*, 2, 1907, p. 47-48. — M. Akimoff, *Sur les fonctions de Bessel à plusieurs variables et leurs applications en mécanique*, *Thèse* (en russe), Petrograd, 1922, p. 107-115, 121.

(2) H. Poincaré, *loc. cit.* — M. Akimoff, *loc cit.*

(3) O. Staude, *Mémoire cité*, p. 317-322.

(4) J. Horn, *Bewegungen in der Nähe einer stabilen Gleichgewichtslage* (*Journal für Mathematik*, 126, 1903, p. 204-208).

(5) Séance du 26 juillet 1926.

Remarquons d'abord que si σ' est une quantité jouissant de la propriété telle que l'on ait $\sum \frac{|a_n|}{p_n^{K(\sigma'+\varepsilon)}} < 1$ pour ε positif quelconque, alors la fonction en s, $\varphi[F(s)]$ est développable en série de Dirichlet absolument convergente pour $\sigma > \sigma'$. Ceci résulte d'un raisonnement dont se sert M. Landau.

Ceci étant donné nous allons d'abord démontrer le lemme suivant :

Soit $\mathcal{F}(X) = \sum_{n=1}^{\infty} c_n X^{\mu_n}$ *et* $\mathcal{G}(X) = \sum_{n=1}^{\infty} d_n X^{\mu'_n}$ *deux fonctions holomorphes dans* $\mathcal{C}$, *telles qu'aucun entier* $\mu_n (n = 1, 2, \ldots)$ *n'est égal à aucun entier* $\mu'_n (n' = 1, 2, \ldots)$. On a

$$(2) \qquad \lim_{\omega=\infty} \frac{1}{\omega} \int_{-\omega}^{+\omega} \mathcal{F}[F(\sigma_1 + it)]\, \mathcal{G}[F(\sigma_1 - it)]\, dt = 0,$$

où σ_1 *est un axe pour lequelles deux séries de Dirichlet en* s,

$$\mathcal{F}[F(s)] = \Sigma q_n e^{-l_n s}, \qquad \mathcal{G}[F(s)] = \Sigma q'_n e^{-l'_n s}$$

sont absolument convergentes.

Les l_n et les l'_n peuvent être mis sous la forme

$$l_n = K(r_1^{(n)} \log p_{n(1)} + r_2^{(n)} \log p_{n(2)} + \ldots + r_h^{(n)} \log p_{n(h)}$$
$$l'_n = K(r_1'^{(n)} \log p_{n(1)'} + r_2'^{(n)} \log p_{n(2)'} + \ldots + r_{h'}'^{(n)} \log p_{n(h')'}.$$

$$(c) \qquad r_1^{(n)} + \ldots + r_h^{(n)} = \mu_s, \qquad r_1'^{(n)} + \ldots + r_{h'}^{(n)} = \mu_{s'}.$$

les nombres $n(i)$, $n(j)'$, $r_i^{(n)}$, $r_i'^{(n)}$, s et s' étant entiers.

Étant donné qu'un nombre entier ne peut être décomposé que d'une seule manière, il résulte d'après (c) qu'aucune l_n n'est égale à aucune $l'_{n'}$.

Donc en posant

$$\Sigma q_n e^{-l_n s} = \Sigma Q_\nu e^{-L_\nu s}$$
$$\Sigma q'_n e^{-l'_n s} = \Sigma Q'_\nu e^{-L_\nu s}$$

où L_ν contiennent tous les l_n et l'_n, on a pour tout ν

$$Q_\nu . Q'_\nu = 0.$$

Et la formule (2) en résultera en appliquant la formule connue de M. Hadamard

$$\lim_{\omega=\infty} \frac{1}{2\omega} \int_{-\omega}^{+\omega} \Sigma K_n e^{-\lambda_n(\beta+it)} \Sigma K'_n e^{-\lambda_n(\gamma-it)}\, dt = \Sigma K_n K'_n e^{-\lambda_n(\gamma+\beta)}$$

si $\Sigma |K_n| e^{-\lambda_n \beta}$ et $\Sigma |K'_n| e^{-\lambda_n \gamma}$ sont convergentes.

On peut évidemment poser

$$\mathcal{F}(x) = \mathfrak{I}(x^2) = \sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n x^{2n}, \qquad \mathcal{G}(x) = x.\mathfrak{I}(x^2) = \sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n x^{2n+1}.$$

$\mathfrak{I}(z)$ étant holomorphe dans $\mathcal{C}$ et réelle sur l'axe réel; et d'après (2)

$$(3) \qquad \lim_{\omega=\infty} \frac{1}{\omega} \int_{-\omega}^{+\omega} F(\sigma_1 + it) \,|\, \mathfrak{I}\{[F(\sigma_1 + it)]^2\}|^2 \, dt = 0,$$

les séries de Dirichlet $F(s)$ et $\mathfrak{I}\{[F(s)]^2\}$ étant absolument convergentes pour $\sigma = \sigma_1$.

Supposons maintenant que l'on a

$$|F(\sigma_1 + it) + 1| > M > 0 \quad \text{et} \quad |F(\sigma_1 + it)| < 1 \quad (-\infty < t < +\infty).$$

Désignons par Γ_ρ un domaine intérieur à $\mathcal{C}$ dont la frontière contienne le point *un*, les points de Γ_ρ tendant uniformément vers *un* quand $\rho \to \rho_0$.

Désignons par $\text{mes}(\rho, \omega, \sigma_1)$ la mesure de l'ensemble $\mathcal{E}_\rho$ des points du segment $\sigma_1 - i\omega$, $\sigma_1 + i\omega$, où la fonction $F(s)$ prend des valeurs x situées dans Γ_ρ. Il résulte de (3) :

Supposons que $\mathfrak{I}(z)$ *admet le point d'affixe* un *comme seul point singulier sur* $\mathcal{C}$ *et qu'en désignant par* $\mathfrak{M}_\rho$ *la borne inférieure de* $\mathfrak{I}(x^2)$ *quand* x *est situé dans* Γ_φ, *on a* $\lim_{\rho=\rho_0} \mathfrak{M}^\rho = \infty$; *alors*

$$(4) \qquad \text{mes}_{\substack{\omega \to \infty \\ \rho \to \rho_0}}(\rho, \omega, \sigma_1) = O(\omega.\mathfrak{M}_\rho^2).$$

En posant $K = 1$ il résulte de ce fait et de la formule qui fournit l'axe de convergence absolue de la série de Dirichlet que *si l'on a pour* σ_1

$$\limsup_{\substack{\omega \to \infty \\ \rho \to \rho_0}} \frac{\text{mes}(\rho, \omega, \sigma_1)}{\omega.\mathfrak{M}_\rho^2} = \infty,$$

alors

$$\limsup_{m \to \infty} \frac{\log \sum_{n=1}^{m} |\alpha_{\psi(n)} A_n|}{\log m} > \sigma_1.$$

les quantités qui interviennent sont définies de la manière suivante :
r étant un entier, décomposons-le en facteurs premiers

$$r = p_{i_1}^{j_1} p_{i_2}^{j_2} \cdots p_{i_k}^{j_k}$$

alors on pose

$$\psi(r) = j_1 + j_2 + \ldots + j_k, \qquad A_r = a_{i_1}^{d_1} a_{i_2}^{d_2} \ldots a_{i_k}^{d_k}.$$

Il suffit de restreindre légèrement les a_n et la croissance des coefficients α_n du développement de $\mathfrak{S}(z)$ pour que l'on ait

$$|\alpha_m| > \log \sum_{n=1}^{m} |\alpha_{\psi(n)} A_n|$$

(ce qui est peu restrictif, étant donné que $r > 2^{\psi(r)}$ pour tout entier r).

On voit dans ce cas qu'en désignant par Ω *l'ordre au sens de M. Hadamard de la fonction* $\mathfrak{S}(z)$ *au point* 1, *on a*

$$\Omega - 1 = \limsup_{m=\infty} \frac{|b_m|}{\log m} \geqq \limsup \frac{\log \sum_{1}^{m} |\alpha_{\psi(n)} A_n|}{\log m} > \sigma_1.$$

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les valeurs d'une fonction analytique prises sur la circonférence du cercle à rayon unité.* Note de M. **Georges Alexitch**, présentée par M. Émile Borel.

Soit

$$f(\rho e^{i\theta}) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n \rho^n e^{in\theta}$$

une fonction analytique à valeurs moyennes bornées à l'intérieur du cercle à rayon limité, c'est-à-dire une fonction analytique soumise à la condition suivante :

$$\int_0^{2\pi} |f(\rho e^{i\theta})|\, d\theta < G \qquad (\rho < 1).$$

Soient

$$Rf(\rho e^{i\theta}) = \sum_{n=0}^{\infty} (a_n \cos n\theta + b_n \sin n\theta)\, \rho_n; \qquad If(\rho e^{i\theta}) = \sum_{n=0}^{\infty} (a_n \sin n\theta - b_n \cos n\theta)\, \rho^n$$

la partie réelle et la partie imaginaire de la fonction $f(\rho e^{i\theta})$. On a alors

$$(1) \qquad \int_0^{2\pi} |Rf(\rho e^{i\theta})|\, d\theta < H; \qquad \int_0^{2\pi} |If(\rho e^{i\theta})\, d\theta < H \qquad (\rho < 1),$$

on trouve facilement $|a_n| \leqq H$, $|b_n| \leqq H$, les séries

$$s(\theta) = \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{a_n}{n} \sin n\theta - \frac{b_n}{n} \cos n\theta\right); \qquad s^*(\theta) = \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{a_n}{n} \cos n\theta + \frac{b_n}{n} \sin n\theta\right)$$

sont donc des séries de Fourier. Les inégalités (1) et les inégalités relatives aux coefficients a_n et b_n ont en vertu d'un théorème dû à M. Ostrowski [1] la conséquence du fait que $s(\theta)$ et $s^*(\theta)$ représentent toutes deux des fonctions à variation bornée. On sait, d'après un résultat de MM. F. et M. Riesz [2], que les dérivées formelles terme à terme de deux séries de Fourier conjuguées représentant toutes deux des fonctions à variation bornée sont aussi des séries de Fourier. Comme $s(\theta)$ et $s^*(\theta)$ remplissent ces conditions, leurs dérivées formelles, c'est-à-dire $\mathrm{R}f(e^{i\theta})$ et $\mathrm{I}f(e^{i\theta})$, sont des séries de Fourier.

Théorème I. — *Si la fonction analytique $f(\rho e^{i\theta})$ est à valeurs moyennes bornées à l'intérieur du cercle de rayon unité, les séries $\mathrm{R}f(e^{i\theta})$ et $\mathrm{I}f(e^{i\theta})$ sont des séries de Fourier conjuguées.*

On peut étudier, grâce à ce théorème, les fonctions analytiques à valeurs moyennes bornées d'un point de vue très général. On voit immédiatement que les valeurs limites radiales $\lim_{\rho \to 1} f(\rho e^{i\theta})$, étant la somme des moyennes de Poisson de deux séries de Fourier conjuguées, existent presque partout. C'est un fait connu et fondamental. Mais on peut aller encore beaucoup plus loin, parce que $\mathrm{R}f(e^{i\theta})$ et $\mathrm{I}f(e^{i\theta})$ sont, comme séries de Fourier, presque partout sommables par le procédé de Cesàro de tout ordre $\delta > 0$. On peut donc énoncer le théorème que voici :

Théorème II. — *Si $f(\rho e^{i\theta})$ est à valeurs moyennes bornées à l'intérieur, la série de puissances $f(e^{i\theta})$ est sommable sur la circonférence du cercle à rayon unité de tout ordre $\delta > 0$, sauf peut-être un ensemble de mesure nulle.*

Soit maintenant $f(\rho e^{i\theta})$ une fonction à valeurs moyennes bornées et soit encore, pour un certain $p > 0$,

$$\int_0^{2\pi} |\mathrm{R}f(\rho e^{i\theta})|^{1+p}\, d\theta < \mathrm{G}, \qquad \int_0^{2\pi} |\mathrm{I}f(\rho e^{i\theta})|^{1+p}\, d\theta < \mathrm{G}_0^* \qquad (\rho < 1).$$

La première intégrale qui figure dans cette inégalité étant bornée pour tout $\rho < 1$, il s'ensuit, d'après un théorème connu de M. Fatou [3], que les valeurs limites radiales $\lim_{\rho \to 1} |\mathrm{R}f(\rho e^{i\theta})|^{1+p}$ existent et qu'elles sont intégrables et

---

(1) A. Ostrowski, *Acta Univ. Fr. Joseph*, 1, 1923, p. 80-87.

(2) F. et M. Riesz, *Comptes rendus du quatrième Congrès des Mathématiciens scandinaves à Stockholm*, 1916, p. 27-44.

(3) P. Fatou, *Acta math.*, 30, 1906, p. 335-400; voir aussi F. et M. Riesz, *loc. cit.*, et F. Riesz, *Acta Univ. Fr. Joseph*, 1, 1923, p. 88-97.

après un raisonnement facile que $\left|\lim\limits_{\rho\to 1} \mathrm{R} f(\rho e^{i\theta})\right|^{1+p}$ existe et qu'il est intégrable. On a donc

$$(2)\qquad \int_0^{2\pi} \left|\lim_{\rho\to 1} \mathrm{R} f(\rho e^{i\theta})\right|^{1+p} d\theta < \mathrm{M},$$

où M désigne un nombre constant. Mais la série $\mathrm{R} f(e^{i\theta})$ est, en vertu du théorème I, la série de Fourier d'une fonction réelle $\varphi(\theta)$. Les moyennes de Poisson $\lim\limits_{\rho\to 1} \mathrm{R} f(\rho e^{i\theta})$ représentent donc cette fonction $\varphi(\theta)$ presque partout. Il s'ensuit donc, d'après (2),

$$\int_0^{2\pi} |\varphi(\theta)|^{1+p}\, d\theta < \mathrm{M}.$$

On peut encore appliquer le même raisonnement à la partie imaginaire $\mathrm{I} f(e^{i\theta})$ et l'on obtient le théorème suivant :

Théorème III. — *Si $f(e^{i\theta})$ est à valeurs moyennes bornées et si $|f(\rho e^{i\theta})|^{1+p}$ l'est aussi pour un certain $p > 0$, $\mathrm{R} f(e^{i\theta})$ et $\mathrm{I} f(e^{i\theta})$ sont les séries de Fourier de deux fonctions $\varphi(\theta)$ et $\psi(\theta)$ intégrables en même temps que $|\varphi(\theta)|^{1+p}$ et $|\psi(\theta)|^{1+p}$.*

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur l'ordre de la croissance des fonctions.* Note de M. N. **Podtiaguine**, présentée par M. Émile Borel.

Soient $y = y(x)$ et $y_1 = y_1(x)$ des fonctions d'une variable réelle x. Supposons que ces fonctions, étant finies pour toutes valeurs finies de x, tendent vers $+\infty$ avec x et admettent des dérivées *positives* y' et y'_1. Nous dirons avec M. Bortolotti (*Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, 17, serie 2^a, p. 244-245) que *l'ordre de la croissance* de y par rapport à y_1 est égal à k si la fonction

$$\nu = \frac{y'}{y} : \frac{y'_1}{y_1}$$

tend vers une limite k finie et différente de zéro quand x tend vers l'infini. Nous dirons de même que cet ordre est égal à $\omega^n k$, si toutes les fonctions ν,

$$\nu_1 = \frac{\nu'}{\nu} : \frac{y'_1}{y_1}, \qquad \nu_2 = \frac{\nu'_1}{\nu_1} : \frac{y'_1}{y_1}, \qquad \ldots, \qquad \nu_{n-1} = \frac{\nu'_{n-2}}{\nu_{n-1}} : \frac{y'_1}{y_1}$$

tendent vers $+\infty$ avec x; mais la fonction

$$\nu_n = \frac{\nu'_{n-1}}{\nu_{n-1}} : \frac{y'_1}{y_1}$$

tend vers une limite k finie et différente de zéro lorsque x augmente indéfiniment. Enfin nous dirons que l'ordre de la croissance de y par rapport à y_1 est égal à $k^{-1}\omega^{-n}$ si l'ordre de la croissance de y_1 par rapport à y est égal à $\omega^n k$.

Les fonctions

(1) $$y,\quad \nu,\quad \nu_1,\quad \nu_2,\quad \nu_3,\quad \ldots,\quad \nu_{n-1},\quad \nu_n$$

ainsi définies possèdent quelques propriétés assez remarquables :

1° *Le rapport de chacune des fonctions* (1) *à la puissance quelconque de la fonction précédente tend vers zéro quand x tend vers l'infini.*

2° *Chacun des rapports*

$$\frac{\nu\nu_1\nu_2\ldots\nu_n}{y},\quad \frac{\nu_1\nu_2\nu_3\ldots\nu_n}{\nu},\quad \frac{\nu_2\nu_3\nu_4\ldots\nu_n}{\nu_1},\quad \ldots,\quad \frac{\nu_n}{\nu_{n-1}}$$

tend vers zéro quand x tend vers $+\infty$.

3. *Le rapport de chacune des fonctions*

$$y,\quad \nu,\quad \nu_1,\quad \nu_2,\quad \ldots,\quad \nu_{n-2},$$

au logarithme de la fonction précédente croît indéfiniment avec x.

4. *Chacun des rapports*

$$\frac{\nu^a}{\log y},\quad \frac{\nu_1^a}{\log \nu},\quad \frac{\nu_2^a}{\log \nu_1},\quad \ldots,\quad \frac{\nu_n^a}{\log \nu_{n-1}},$$

où a est un nombre quelconque moindre que un, tend vers zéro lorsque x augmente indéfiniment.

5. *Le rapport $\frac{\nu_{n-1}}{\log \nu_{n-2}}$ tend vers k quand x tend vers l'infini.*

6. *Chacune des expressions*

$$\frac{\nu}{\nu_1 \log y},\quad \frac{\nu_1}{\nu_2 \log \nu},\quad \frac{\nu_2}{\nu_3 \log \nu_1},\quad \ldots,\quad \frac{\nu_{n-1}}{\nu_n \log \nu_{n-2}}$$

tend vers l'unité quand x tend vers $+\infty$.

7. *Chacune des expressions*

$$\begin{array}{cccccc}
\frac{\log \nu}{\log_2 y}, & \frac{\log \nu_1}{\log_2 \nu}, & \frac{\log \nu_2}{\log_2 \nu_1}, & \ldots, & \frac{\log \nu_{n-1}}{\log_2 \nu_{n-2}}, & \\
 & \frac{\log \nu_1}{\log_3 y}, & \frac{\log \nu_2}{\log_3 \nu}, & \ldots, & \frac{\log \nu_{n-1}}{\log_3 \nu_{n-3}}, & \\
 & \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots, & \\
 & & & \frac{\log \nu_{n-2}}{\log_n y}, & \frac{\log \nu_{n-1}}{\log_n \nu}, & \\
 & & & & \frac{\log \nu_{n-1}}{\log_{n+1} y} &
\end{array}$$

tend vers l'unité quand x tend vers $+\infty$.

8. *Chacune des expressions*

$$\frac{\nu_1 \log y}{\nu}, \quad \frac{\nu_2 \log y \log_2 y}{\nu}, \quad \frac{\nu_3 \log y \log_2 y \log_3 y}{\nu}, \quad \ldots, \quad \frac{\nu_n \log y \log_2 y \ldots \log_n y}{\nu},$$

tend vers l'unité quand x tend vers l'infini.

9. *Quelque soit le nombre entier positif p et quelque petit que soit le nombre positif ε, l'expression*

$$\frac{\nu}{\log y \log_2 y \ldots \log_{p-1} y (\log_p y)^{1-\varepsilon}},$$

tend vers zéro quand x tend vers l'infini.

10. *L'ordre de la croissance du logarithme de chacune des fonctions*

$$y, \nu, \nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_{n-2},$$

par rapport à la fonction suivante est égal à l'unité.

11. *L'ordre de la croissance de* $\log_p y$ $(p = 2, 3, \ldots, n)$ *par rapport à la fonction* ν_{p-1} *est égal à l'unité.*

STATISTIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie de la corrélation.* Note de M. S. A. **Gheorghiu**, présentée par M. Émile Borel.

Étant données deux séries de grandeurs statistiques

$$\text{(S)} \qquad \begin{cases} x_1, x_2, \ldots, x_n, \\ y_1, y_2, \ldots, y_n, \end{cases}$$

et une loi de dépendance

$$\text{(L)} \qquad y = f(x, a_0, a_1, \ldots, a_p),$$

où $a_0, a_1, \ldots, a_p$ sont des constantes arbitraires en nombre inférieur à n; nous appellerons coefficient de corrélation relatif à la loi de dépendance (L) une fonction $r = F(x_1, x_2, \ldots, x_n, y_1, y_2, \ldots, y_n)$ qui remplit les conditions suivantes :

1° La fonction F est homogène et de degré zéro par rapport aux variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$ d'un côté et $y_1, y_2, \ldots, y_n$ de l'autre.

2° Pour toute valeur réelle des variables on a

$$-1 \leq r \leq 1.$$

De plus, si les x et les y donnés sont tels qu'il est possible de déterminer les constantes $a_0, a_1, \ldots, a_p$ de manière que les égalités

$$\text{(1)} \qquad y_i = f(x_i, a_0, a_1, \ldots, a_p) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

soient vérifiées, on a aussi

$$r^2 = 1.$$

Et, réciproquement.

Soient

$$(2) \qquad G_1(x_1, x_2, \ldots, x_n, y_1, y_2, \ldots, y_n) = 0, \qquad G_2 = 0, \qquad \ldots, \qquad G_{n-p-1} = 0$$

les $n - p - 1$ relations qui expriment le résultat de l'élimination des constantes a_0, a_1, ..., a_p entre les équations du système (1). Pour former le coefficient de corrélation cherché, il suffit de choisir arbitrairement une fonction homogène $H(x_1, x_2, \ldots, x_n, y_1, y_2, \ldots, y_n)$ telle que si l'on a $H = 0$ le système (2) soit vérifié et réciproquement. S'il est possible de mettre H sous la forme

$$H \equiv (M_1 N_1 + \ldots + M_q N_q)^2 - (M_1^2 + M_2^2 + \ldots + M_q^2)(N_1^2 + N_2^2 + \ldots + N_q^2)$$

les M et les N étant à leur tour des fonctions homogènes, l'expression

$$\frac{M_1 N_1 + M_2 N_2 + \ldots + M_q N_q}{\sqrt{M_1^2 + M_2^2 + \ldots + M_q^2}\sqrt{N_1^2 + N_2^2 + \ldots + N_q^2}}$$

est un coefficient de corrélation pour la loi de dépendance donnée.

En particulier, les coefficients de corrélation de MM. March et Pearson sont des coefficients de corrélation pour la loi linéaire

$$f(x, a_0, a_1) \equiv a_0 + a_1 x$$

dans le sens que nous venons d'indiquer.

Parmi les différents coefficients de corrélation relatifs à une même loi de dépendance, les coefficients susceptibles de montrer l'approximation avec laquelle est réalisée la dépendance donnée, entre les grandeurs données, méritent une attention spéciale.

Considérons, pour préciser, le cas particulier où la loi de dépendance (L) a la forme parabolique

$$(P) \qquad f(x, a_0, a_1, \ldots, a_p) \equiv a_0 + a_1 x + \ldots + a_p x^p.$$

Il existe en général un système, et un seul, de valeurs réelles de a_0, a_1, ..., a_p qui rendent minimum l'expression

$$E_k = \sum_{i=1}^{n} (y_i - a_0 - a_1 x_i - \ldots - a_p x_i^p)^{2k}$$

k étant un entier positif, arbitraire.

Soit $\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_p$ ce système et soient encore $e_{k,p}$ la valeur correspondante de E_k et γ_k la racine réelle de l'équation

$$\sum_{i=1}^{n} (y_i - \gamma_k)^{2k-1} = 0.$$

On peut obtenir, par des éliminations algébriques, la valeur du minimum $e_{k,p}$.

Posons maintenant

$$e_{k,p} = (1 - r_{k,p}^2) \sum_{i=1}^{n} (y_i - \gamma_k)^{2k}.$$

La quantité $r_{k,p}$ est un coefficient de corrélation, relatif à la loi de dépendance parabolique (P). En particulier, le coefficient $r_{1,1}$ n'est autre chose que le coefficient de corrélation de M. Pearson.

La valeur moyenne des expressions

$$y_i - \alpha_0 - \alpha_1 x_i - \ldots - \alpha_p x_i^p \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

est de l'ordre de

$$\varepsilon_{k,p} = \sqrt[2k]{\frac{e_{k,p}}{n}}.$$

Or, s'il est admissible de commettre, dans l'évaluation des y, une erreur relative de l'ordre de $\frac{\varepsilon_{k,p}}{m_y}$, m_y étant la moyenne des y, sans que le phénomène auquel ces quantités se rattachent, en soit modifié, on pourra substituer aux valeurs données des y, les valeurs interpolées suivantes :

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 n_i + \ldots + a_p x_i^p, \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

Et l'on pourra ainsi conclure qu'il existe, entre les grandeurs données (S), une dépendance parabolique (P).

Le coefficient de corrélation $r_{k,p}$ jouit des propriétés suivantes :

1° Si l'on a $r_{k,p}^2 = 1$, on a aussi $y_i = Y_i$ $(i = 1, 2, \ldots, n)$, et réciproquement.

2° Si l'on a $r_{k,p} = 0$, on a aussi $Y_i = \gamma_k$ $(i = 1, 2, \ldots, n)$, et réciproquement.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Actions spéciales du Soleil sur la radioactivité du polonium et du plomb.* Note de M[lle] **St. Maracineanu**, transmise par M. H. Deslandres.

Les expériences poursuivies à l'Observatoire de Meudon sur les modifications que le rayonnement solaire impose à la radioactivité de l'uranium ont déjà fait l'objet d'une Note précédente (¹). La Note actuelle expose les effets du même rayonnement sur le polonium et le plomb.

Dans mes recherches sur la variation de la constante du polonium (²) j'ai été conduite à croire que ces variations étaient dues à une cause extérieure et surtout à l'action solaire. Certaines expériences viennent confirmer plus nettement cette supposition.

Si l'on dépose une goutte d'une solution de polonium (polonium pur ne donnant que le rayonnement α) sur une feuille de plomb de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur et si l'on mesure le courant d'ionisation provoqué par la force opposée à celle qui porte le polonium (toutes les précautions ayant été prises pour arrêter le rayonnement du polonium qui aurait pu s'échapper par les bords de la lamelle), on obtient un faible courant d'ionisation qui augmente chaque jour d'après une courbe régulière.

On sait que $\frac{1}{10}$ de millimètre de plomb arrête tout rayonnement α. Ce courant, le jour même de la déposition du polonium, est de l'ordre de $1,4 \times 10^{-4}$ de la valeur du courant provoqué par celui-ci. Les mesures ont été faites à l'aide de l'électromètre très sensible, système Szilard.

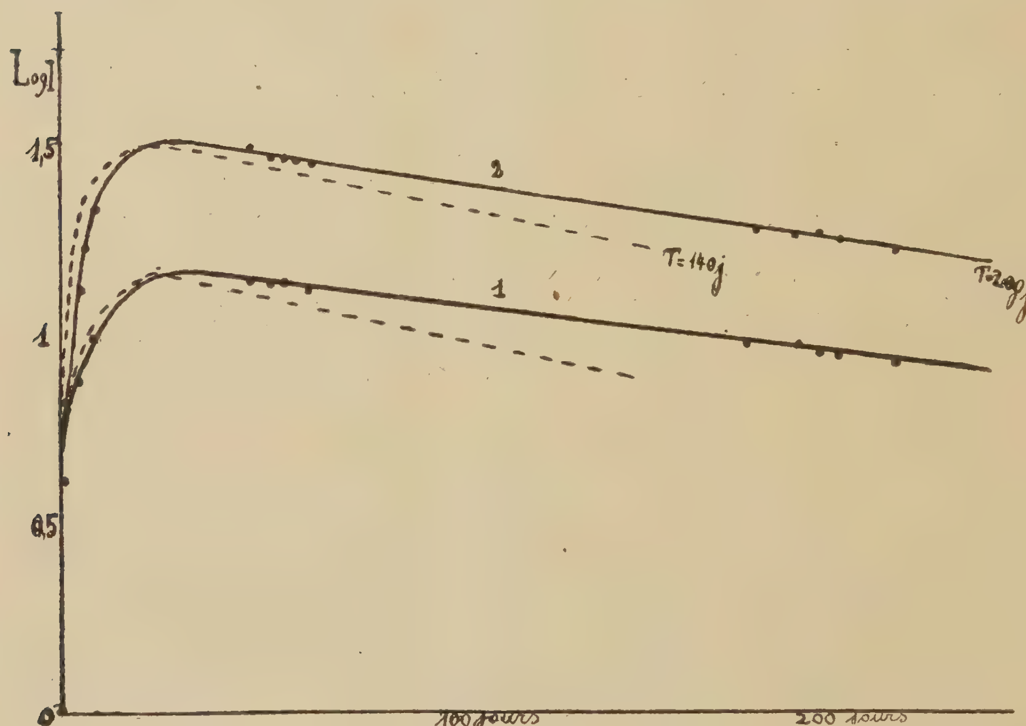
De plus, si la goutte a été séchée au soleil au lieu d'être séchée à l'ombre, le courant d'ionisation obtenu à l'envers, immédiatement après l'exposition, est beaucoup plus fort que dans le cas précédent, atteint 2×10^{-3} de la valeur du polonium et augmente rapidement sans aucune autre cause extérieure, ainsi que l'indiquent les courbes 1 et 2, atteignant 25 jours après environ un maximum dont la valeur est sept fois plus forte que la valeur de l'intensité du courant le lendemain de l'exposition.

On trouve un maximum pour $t = 25$ jours et le même rapport $\frac{I_{max}}{I_{premier\ jour}}$ pour la courbe théorique de la formation du polonium (RaF) à partir du radium E.

(¹) *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 774.
(²) *Thèse de doctorat*, Paris 1924.

Ces mesures peuvent être faites facilement à l'aide de l'électromètre et du compensateur en quartz Pierre Curie, les valeurs du courant d'ionisation étant assez fortes dans ce cas. Elles ont été exprimées en unités arbitraires gr/sec.

Si les valeurs des gouttes de solution de Po déposées sont dans le rapport $\frac{1}{2}$, les valeurs des courbes obtenues par le courant d'ionisation donné par la face opposée sont dans le même rapport. Cas des courbes 1 et 2.



En même temps de belles scintillations peuvent être observées à l'aide de l'écran au SZn sur le côté opposé au polonium, et cette plage active donne aussi une forte impression photographique.

On aurait pu croire à une pénétration du polonium d'une face à l'autre du plomb; mais dans ce cas on aurait dû avoir une forte perte de polonium à l'intérieur du plomb, ce qui n'a pas été constaté en faisant la somme des intensités sur les deux faces de la lamelle. Au contraire on a plutôt un excès d'activité.

De plus la courbe de croissance du courant d'ionisation donné par la

force opposée ressemble beaucoup à la courbe théorique de la formation du polonium (Ra F) à partir du Ra E : même maximum suivi de la désintégration exponentielle. On voit sur la figure les deux courbes : théorique et expérimentale l'une à côté de l'autre (la courbe théorique en pointillé). L'écart qui existe entre les deux peut être expliqué par l'effet du plomb. Dans les expériences précédentes ([1]) j'avais déjà signalé le fait que le Pb pouvait dans certains cas accuser une légère radioactivité.

Le polonium utilisé ne contenait pas de Ra E et n'avait pas de rayonnement pénétrant et même s'il avait eu des traces de Ra E il n'aurait pas pu se manifester de cette manière. En général et surtout pendant les premiers jours, le rayonnement à l'envers de la lamelle de Pb est moins absorbable que celui du polonium.

Tels sont les faits, intéressants par eux-mêmes; de plus ils semblent indiquer que le rayonnement solaire peut provoquer la réintégration du radium E à partir du radium F (Po), et donc une reversibilité dans la série radioactive. En plus Po qui a été exposé au soleil semble plus brillant à l'écran que celui qui n'a pas été exposé et l'impression photographique beaucoup plus forte et plus unie.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un régulateur de tension et de courant.* Note ([2]) de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. G. Ferrié.

Lorsqu'on veut utiliser les secteurs de distribution pour des mesures nécessitant un courant très constant, on peut employer le régulateur au fer. Mais ce dispositif, assez difficile à réaliser et à régler, n'est adapté qu'à la valeur du courant qui le maintient au voisinage immédiat du point de transformation du fer. De plus, on observe que les variations cycliques du voltage aux bornes en fonction de l'intensité sont assez loin de la réversibilité exacte.

J'ai été amené, pour des mesures de conductibilité thermique, et pour l'alimentation par le secteur alternatif du dynamomètre électrométrique imaginé par M. Villey ([3]), à étudier un dispositif facile à réaliser, et qui permet de régulariser, avec une permanence supérieure même à celle des batteries d'accumulateurs, des courants ayant une valeur arbitraire entre

([1]) *Comptes rendus*, 182, 1925, p. 774.
([2]) Séance du 12 juillet 1926.
([3]) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 112.

zéro et le maximum pour lequel on l'a construit. On règle le courant à la valeur arbitraire voulue au moyen d'une résistance extérieure au régulateur.

a. Supposons d'abord la température ambiante invariable.

1° Entre les pôles A et B de la distribution, disposons en parallèle deux circuits identiques ACB, ADB. Le circuit ACB est formé d'un conductenr AC en argent inoxydable; le poids d'argent nécessaire est insignifiant), et d'un conducteur CB en constantan. Dans le circuit ADB, la disposition est inverse, c'est-à-dire que AD est en constantan et DB en argent.

Si le courant vient à augmenter dans ces circuits, la résistance du conducteur en argent augmente par échauffement, mais celle du conducteur en constantan ne change pas. Soient R la résistance de AC et de DB, X la résistance de CB et de AD, I le courant passant dans chacun des deux circuits. La résistance R est une fonction croissante de I qu'on détermine par l'expérience. La différence de potentiel U entre C et D est (XI — RI). Supposons que varie la tension E appliquée entre A et B. La condition $\Delta U = 0$ s'écrit

$$X\,dI - R\,dI - I\,dR = 0,$$

d'où l'on tire

$$X = R + I\,dR : dI = x(I), \tag{1}$$

et la tension disponible U a pour valeur $I^2 dR : dI$.

J'ai étudié des fils d'argent de $0^{mm},05$ de diamètre. Ils supportent très bien un courant de 1,28 ampères, auquel correspond un rapport X : R égal à 5; la tension disponible U est alors les deux tiers de la tension appliquée E.

2° En reliant aux points C et D les extrémités du circuit d'utilisation, de résistance P, on peut débiter dans celui-ci un courant J. AC et DB sont alors traversés par un courant I qui est fonction de J, mais le calcul montre que, pourvu que P n'éprouve pas de variation, le fonctionnement ne dépend que de l'intensité I, et non pas de la nature du circuit d'utilisation, de sorte que la condition (1) reste valable. Pour chacune des valeurs que l'on veut donner à J, on satisfait à la condition (1) en déplaçant les curseurs qui réalisent les contacts C et D : rien n'est modifié dans les calculs lorsqu'on incorpore ainsi aux branches R des portions en constantan.

Le courant I ayant la valeur 1,28 ampère, si la résistance P est petite devant R, J vaudra environ 0,80 I et 0,60 L, L étant le courant consommé total. P ne doit pas être trop petit si l'on veut éviter un rendement en volts très faible. Si P vaut 2R, le rendement en ampères est 0,40, ainsi que le rendement en volts. Si P vaut R, le rendement en ampères est 0,60, et le rendement en volts 0,25.

La stabilisation est rigoureuse pour la valeur arbitraire J_0 adoptée pour J

(correspondant à une valeur I_0 de I), c'est-à-dire que ΔJ est du second ordre par rapport à ΔE. Si $\Delta E : E$ atteint 0,05 ($\Delta I : I$ vaut alors 0,03), le calcul montre que, quel que soit J_0, $\Delta J : J$ ne dépasse pas 0,001.

Si l'on altère légèrement la résistance P du circuit d'utilisation, on provoque un léger déréglage. $\Delta J : J$ restera cependant encore inférieur à 0,001, quand la tension E éprouvera de petites variations, à condition que la variation relative globale de I, due tant à la variation de P qu'aux petites variations de E à corriger, reste inférieure à 0,03.

3° Le dispositif type indiqué peut être utilisé de bien des façons; on peut même dépasser la compensation, c'est-à-dire obtenir que la tension appliquée croissant, le courant utilisé décroisse. On peut brancher entre C et D un deuxième régulateur de même principe alimentant un circuit d'utilisation, chaque régulateur étant réglé indépendamment pour le courant qui doit le traverser. La variation du courant stabilisé est cette fois du quatrième ordre, et l'on pourrait même continuer dans cette voie; les régulateurs au fer ne peuvent donner aucun effet analogue de multiplication. On peut aussi, sans chercher une régulation rigoureuse, diminuer des variations de tension de grande amplitude.

Ce procédé de régulation ne nécessite l'intervention d'aucune propriété anomale.

4° J'ai étudié aussi un régulateur en fil de nickel (pratiquement inoxydable). Le nickel a, dans le domaine 200°-300°, une anomalie de résistivité qui donne une allure spéciale à la courbe $x(I)$: elle monte d'abord lentement, présente pour une valeur I_1 un maximum accusé, redescend assez brusquement, et possède ensuite un palier assez étendu. Au voisinage de I_1, x est donc stationnaire, la variation de J est du 3e ordre, le réglage est plus rigoureux, et, une fois réalisé pour I_1, il subsiste dans un intervalle plus considérable. $\Delta J : J$ est resté inférieur à 0,001 pour une valeur de $\Delta I : I$ atteignant 0,06. Si l'on utilisait les valeurs de I correspondant au palier de la courbe, le réglage se maintiendrait automatiquement dans une zone beaucoup plus étendue.

b. Si la température ambiante change, la courbe R(I) change. On peut assurer la compensation en réalisant les résistances X partie en constantan, et partie en fil de cuivre assez gros pour n'être pas échauffé par le courant.

c. Inertie. — L'inertie propre du fil d'argent est extrêmement faible; mais il a présenté une petite inertie apparente quand je l'ai enfermé dans un tube de laiton pour le soustraire aux courants d'air : c'est que le fonctionnement échauffe le tube. Si l'on enroule sur le tube la résistance de cuivre, le tube et le cuivre seront à la même température, et tout se passera comme si la température ambiante s'élevait lentement : la compensation indiquée au paragraphe *b* subsiste alors.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le contact rectifiant.*
Note de M. A. **Guillet**, présentée par M. A. Cotton.

Il paraît établi aujourd'hui que tout mauvais contact inséré dans un circuit peut détecter lorsqu'on applique à ce circuit une force électromotrice convenable. Un contact rectifiant est donc assimilable à un petit condensateur dissymétrique qui se déchargerait à travers l'isolant lorsqu'une armature, la pointe dans le cas du détecteur à galène, reçoit une charge suffisante d'électricité négative.

Ce point de vue a été adopté par Mlle Collet dans son essai de théorie de la détection (1) et par M. H. Pelabon dans l'explication électrostatique des faits qu'il a observés (2) ; mais ces physiciens n'ayant donné que des indications qualitatives sur le mécanisme probable du phénomène il peut être utile d'appeler l'attention sur quelques faits généraux mesurables propres à faciliter une théorie définitive.

Montrons sur un système plaque-bille, forme de détecteur avec laquelle M. Pélabon a si ingénieusement expérimenté, qu'il est possible d'obtenir un courant même lorsque la sphère est écartée du plan. Si R est le rayon de la sphère et uR la distance de son centre au plan, la distance du point le plus bas de la sphère au plan est $e = (u - 1)\mathrm{R}$. De la loi de Coulomb et de la définition du conducteur, il résulte d'une part qu'un tel système prend la charge $\mathrm{VR}\sum \frac{1}{\mathrm{U}_n}$, lorsqu'on établit entre les deux conducteurs une différence de potentiel V (3); et d'autre part que la distribution de la charge est telle qu'aux points M et M′, où les armatures sont rencontrées par un rayon issu du centre de la sphère faisant un angle θ avec l'axe de symétrie du système, les densités ont pour expression :

$$\sigma_{\mathrm{M}} = \frac{\mathrm{V}}{\pi \mathrm{R}} \cdot \frac{1}{4} \sum_{p=0}^{p=\infty} \frac{\mathrm{U}_{2p}^{(\nu)}}{\left\{ \frac{(\nu - 2\cos\theta)\mathrm{H}_{2p+1}^{(\nu)} + 2(\nu\cos\theta - 2)}{\nu^2 - 4} \right\}^{\frac{3}{2}}};$$

$$\sigma_{\mathrm{M}'} = \frac{\mathrm{V}}{\pi \mathrm{R}} \cdot 2 \sum_{0}^{\infty} \frac{\mathrm{U}_{2p+1}^{(\nu)}}{\left\{ \frac{(\nu - 2\cos\theta)\mathrm{H}_{2p}^{(\nu)} + 2(\nu\cos\theta - 2)}{\frac{1}{2}(\nu - 2)(1 + \cos\theta)} \right\}^{\frac{3}{2}}}.$$

---

(1) P. Collet, *Annales de Physique*, 9e série, 15, 1921, p. 265.
(2) H. Pélabon, *L'Onde électrique*, 5, avril 1926, p. 141.
(3) A. Guillet et M. Aubert, *Journal de Physique*, 5e série, 2, 1912, p. 990.

A l'aide de ces formules nous pouvons calculer la densité d'énergie $2\pi\sigma^2$ au voisinage de tout point des conducteurs, ou encore la force $2\pi\sigma.\varepsilon$ qui tend à projeter l'électron dans le milieu isolant, mais nous ne connaissons pas la résistance à vaincre. Pour déterminer les valeurs du potentiel V pour lesquelles le système cesse d'être en équilibre et de quelle manière l'électricité s'écoule alors, il est donc nécessaire de recourir à l'expérience. Dans le cas d'une sphère de 7^{mm} de rayon, recevant la charge *négative*, on constate l'apparition d'un premier état dynamique, pour les distances qui correspondent aux valeurs :

$$u = 2,937 \quad 2,672 \quad 2,407 \quad 2,143 \quad 1,871 \quad 1,707$$

lorsque le potentiel atteint les valeurs

$$V_1 = 26,05 \quad 24,31 \quad 22,22 \quad 19,72 \quad 18,02 \quad 16,50 \text{ u. e. s.}$$

Le calcul donne pour la densité σ_M, au point $\theta = \sigma$, qui correspond à ces divers états du système une valeur très sensiblement constante, et égale à 4 dans le cas présent, soit une force répulsive de $1,2 \times 10^{-8}$ dyne par électron.

Pour

$$u = 2,911 \quad 2,646 \quad 2,379 \quad 2,111 \quad 1,829 \quad 1,651$$

la sphère recevant la charge *positive*, l'état dynamique apparaît pour

$$V'_1 = 34,85 \quad 31,77 \quad 28,74 \quad 25,57 \quad 23,32 \quad 21,63$$

Le rapport des potentiels V'_1 et V_1 qui correspondent à une même distance e, sont dans le rapport des mobilités (air).

Enfin si, pour la distance e^{cm}, le potentiel atteint la valeur $\mathcal{V} = 105e$ la décharge devient disruptive; le rapport de la densité polaire au paramètre u est alors constant quelle que soit la distance explosive.

Il est donc certain qu'il y aura détection par le système plan-sphère considéré, si on lui applique une force électromotrice $E = E_0 \sin\omega t$ telle que l'on ait : $V_1 < E_0 < V'_1$, le courant obtenu ayant une intensité variable avec les conditions de l'expérience et un sens constant qui correspond au transport des électrons de la sphère vers le plan. Pour $E_0 \geqq \mathcal{V}$, il y aurait décharge disruptive.

Dans le cas de l'air et une épaisseur polaire $e = 1^{\mu}$, $\mathcal{V} = 3,15$ volts et $V_1 = 1,44$ volt, si l'on admet que σ conserve, à toute distance, la valeur 4. Sans doute, à d'aussi faibles distances, le degré de poli des surfaces et la nature de l'isolant interposé entre elles doivent jouer un rôle important.

En ce qui concerne le mouvement oscillatoire des particules, invoqué par M. Pélabon comme cause décohérante, il est à observer que s'il est vrai qu'une force attractive $a^2 \sin^2 \omega t$, appliquée à un système réagissant à la déformation par la force $k^2 x$, impose à ce système un mouvement de pulsation 2ω, la force attractive elle-même $f = -\frac{V^2}{2}\sum \frac{d}{du}\left(\frac{1}{U_n}\right)$ doit rester petite, le potentiel V restant plus petit que $\varphi = 105e$ lorsque e tend vers zéro.

Pour étudier un contact au point de vue quantitatif il est commode de tracer les courbes de détection en utilisant une force électromotrice périodique induite dans un transformateur sans fer, disposé pour qu'il soit possible de faire varier avec continuité, et suivant une loi connue, le coefficient d'induction mutuelle M de o à $\pm M_0$. Il importe aussi d'assurer la parfaite stabilité mécanique du contact.

PHYSIQUE. — *Sur le téléphote, appareil de télévision par tubes à vide : Résultats expérimentaux préliminaires.* Note de M. **A. Dauvillier**, transmise par M. M. de Broglie.

Parmi les nombreux systèmes mécaniques de télévision monochrome proposés jusqu'à ce jour, ceux de Mihaly, de Jenkins, de Belin ont récemment permis la transmission d'ombres mobiles fortement contrastées et celui de J.-L. Baird, celle d'une image normale. Ces systèmes ingénieux ne semblent cependant pas susceptibles de résoudre le problème d'une manière générale simple et pratique et il nous a semblé que, seul, un procédé basé sur l'emploi d'un tube de Braun récepteur, *asservi* à un analyseur mécanique de l'image à transmettre, pourrait donner complète satisfaction.

Ce problème comporte, en dernière analyse, trois degrés de liberté : les coordonnées instantanées du spot sélectionné dans l'image plane et son éclat. Nous avons déjà décrit [1] un procédé consistant essentiellement à analyser l'image réelle à transmettre en y sélectionnant à tout instant un spot de taille invariable dont les coordonnées varient dans son plan selon une loi déterminée et dont l'éclat, traduit photo-électriquement, module électrostatiquement celui du spot cathodique. Le point lumineux est sélectionné par un analyseur mécanique autonome produisant, par induction électro-

---

[1] *Brevet français*, n° 592162 du 29 novembre 1923.

magnétique, deux courants de « position » ou de « coordonnées » auxquels le faisceau cathodique est asservi. C'est cette production *directe* de courants de position ayant une loi de variation dans le temps *identique* (1) à la loi d'exploration qui caractérise l'invention en assurant automatiquement le synchronisme et la mise en phase des deux spots.

Nous avons mis en œuvre ce procédé en analysant l'image selon la double loi harmonique et la technique déjà proposée par Rignoux. A cet effet, deux miroirs plans successifs, oscillant rectangulairement, sont portés par des diapasons insérés sur le trajet du faisceau lumineux issu de l'objectif (2) et tombant sur un écran opaque disposé dans le plan-image. Cet écran est percé d'un orifice définissant la taille du spot sélectionné. L'un des diapasons, de fréquence 10, définit la *continuité* de l'impression visuelle en donnant vingt images complètes par seconde. L'autre, de fréquence 800, définit le *grain* de l'image en constituant celle-ci de 80 lignes jointives (3).

La cellule photo-électrique est assez éloignée du diaphragme pour être largement illuminée par le faisceau transmis. Après divers essais, nous avons adopté une cellule de Kunz à l'hydrure de potassium dans l'argon. L'inertie de réponse due aux capacités est annihilée en la faisant débiter sur une résistance de 40 mégohms. La différence de potentiel photo-électrique produite est amplifiée 10^6 fois au moyen de lampes à double grille, selon le montage indiqué par MM. Ferrié, Jouaust et Mesny. L'amplificateur est à résistances avec liaison par piles. La différence de potentiel produite aux bornes de la résistance de plaque de la dernière lampe impaire est appliquée entre le diaphragme et la cathode de Wehnelt (4) du tube de Braun par l'intermédiaire d'un potentiomètre de réglage.

La construction d'un tube sensible à la fois à la modulation photo-élec-

---

(1) C'est cette identité nécessaire *sans temps perdu* qui distingue notre procédé de celui de B. Rosing dans la génération inductive des courants de position.

(2) Objectif d'aviation F : 10 appartenant à l'Institut d'optique.

(3) Ces diapasons sont entretenus par des triodes, selon le procédé décrit par M. H. Abraham. Nous avons éprouvé des difficultés à entretenir ainsi le premier et n'avons pu y parvenir que par une double amplification à résistances, avec liaison par condensateurs, de la force électromotrice induite dans la bobine de grille soumise à l'induction de la branche portant le miroir. Ce sont ces tensions sinusoïdales de grille, de l'ordre de quelques volts, qui produisent après correction de phase la déviation électrostatique du ou des faisceaux cathodiques récepteurs.

(4) M. G. Valensi avait déjà proposé une modulation de principe analogue mais avec un montage différent.

trique et aux tensions de coordonnées, a présenté de sérieuses difficultés [1]. La modulation est assez sensible pour que l'émission maximum soit contrôlée par une différence de potentiel de l'ordre du volt sans déplacement ni déformation du spot. La liaison entre l'envoyeur — qui affecte la forme d'un gros appareil photographique [2] — et le récepteur, est assurée par 5 fils.

La source lumineuse a consisté jusqu'ici en filaments de lampes, ou en un point sélectionné dans la colonne positive d'un arc au mercure, situés à 7^{m} de l'objectif. Ces sources modulent bien l'intensité du spot cathodique. Mais aucun objet normalement éclairé de l'extérieur ne diffuse assez de lumière pour impressionner l'appareil et c'est un gain de sensibilité de l'ordre de mille qu'il faudra réaliser pour le rendre pratiquement utilisable.

RADIOCHIMIE. — *Influence de quelques éléments radioactifs sur l'activité catalytique de certains précipités protéo-bismuthiques.* Note [3] de MM. **Eugène Laborde**, **Jean Bressolles** et **Léon Jaloustre**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Il nous a paru intéressant d'étudier l'activité catalytique de certains précipités protéo-bismuthiques spéciaux, obtenus à partir d'extrait hépatique de veau, non pas au moyen de solutions bismuthiques ordinaires comme dans les expériences de Maubert, Jaloustre et Lemay [4] mais au moyen de solutions bismuthiques convenablement radioactivées, et qui

(1) Cet appareil est démontable quoique scellé et est construit en pyrex. Il fonctionne sous une pression de l'ordre de la barye maintenue au besoin par un tube à calcium. Les électrodes sont montées sur un pied de lampe unique à 7 traversées. L'écran est de willémite. Des expériences effectuées avec un écran sur métal ont montré qu'un courant de 1 microampère débité sous 300 volts suffisait à produire un spot très brillant. Le faisceau cathodique est accéléré après modulation et avant déviation. L'accélération tentée après déviation n'a pas donné de bons résultats. La finesse du spot (1^{mm^2} pour une plage lumineuse de 1^{dm^2}) est réglée par un champ magnétique coaxial.

(2) Il est à remarquer que l'appareil est autonome, qu'il fonctionne en tout avec quelques accumulateurs et des batteries de piles sèches et qu'il ne met en jeu que des courants « téléphoniques ».

(3) Séance du 26 juillet 1926.

(4) Maubert, Jaloustre et Lemay, *Influence du thorium X sur la catalase du foie* (*Comptes rendus*, 176, 1923, p. 1502). — Maubert, Jaloustre, Lemay et Andreoli, *Sur les propriétés catalytiques du bismoxyl* (*ibid.*, 180, 1925, p. 539).

donnent alors naissance à des précipités protéo-bismuthiques radioactifs, jouissant de propriétés particulières suivant la nature et la concentration de l'élément radioactif mis en jeu dans ces préparations.

Des expériences de comparaison ont été faites au moyen d'une solution de tartrobismuthate additionnée d'un nombre de microgrammes de bromure de baryum identique au nombre de microgrammes d'éléments radioactifs successivement utilisés, et ce pour étudier l'influence du baryum, impureté habituelle des sels radioactifs.

On a fait varier successivement :

1° La nature et la concentration de l'élément radioactif dans la préparation du précipité protéo-bismuthique.

2° La proportion de combinaison protéo-bismuthique mise en œuvre dans la réaction catalytique de décomposition de l'eau oxygénée.

Préparation des précipités protéo-bismuthiques. — Nous avons préparé la combinaison protéo-bismuthique selon la méthode de Nicolau [1] en radioactivant ou non, par divers éléments radioactifs, la solution de tartrobismuthate de potassium et de sodium de Poulenc.

Il se produit une floculation plus ou moins abondante qu'on laisse au repos pendant 24 heures. Le précipité est mis en suspension dans l'eau distillée puis centrifugé. On répète cette opération 10 à 15 fois, jusqu'à ce que l'eau de lavage ne contienne plus ni sel radioactif, ni catalase libres. On s'en assure par des mesures de contrôle.

Les solutions qui ont servi à préparer les divers précipités protéo-bismuthiques ont été faites à quatre concentrations différentes:

Première série : 5^g de T. B. [2] et 100^γ par litre de sel radioactif (radium ou mésothorium ou thorium X) ou encore bromure de baryum.

Deuxième série : 25^g de T. B. et 25^γ par litre de sel radioactif ou de baryum.

Troisième série : $12^g,5$ de T. B. et 5^γ par litre de sel radioactif ou de baryum.

Quatrième série : 5^g de T. B. et 5^γ par litre de sel radioactif ou de baryum.

On a finalement obtenu 20 sortes de composés protéo-bismuthiques, soit pour chacune des quatre séries : 1° simple; 2° radifère; 3° mésothorifère ; 4° thorifère ; 5° barytique.

Les précipités recueillis au paragraphe 1 sont mis en suspension dans de l'eau distillée bouillie : quantité suffisante pour 200^{cm^3}.

a. 100^{cm^3} serviront à préparer le précipité sec en vue de la mesure de l'activité alpha, par rapport à l'oxyde noir d'urane pris pour unité.

b. 100^{cm^3} de cette suspension serviront à étudier l'activité catalytique.

Technique des dosages. — Chacune de ces suspensions sert à préparer trois mélanges dans lesquels on fait varier la quantité de cette suspension relativement au volume total du mélange dans les proportions suivantes :

---

(1) NICOLAU, *Thèse de Doctorat de l'Université de Paris*, 1925, p. 12.

(2) T. B., abréviation pour tartrobismuthate de potassium et de sodium.

Eau oxygénée neutre	10^{cm^3}
Suspension de précipité protéo-bismuthique	1^{cm^3}, $0^{cm^3},75$, $0^{cm^3},50$
Eau distillée	q. s. pour 100^{cm^3}

On prépare en même temps une solution témoin contenant 100^{cm^3} d'eau oxygénée et 90^{cm^3} d'eau distillée.

On pratique sur ces liquides des dosages répétés au permanganate.

Résultats.

	Composé protéo-bismuthique.				
	Simple.	Thorifère.	Méso.	Radifère.	Barytique.
Première série :					
Masses des précipités obtenus pour 100^{cm^3} de mélange	$0^g,05$	$0^g,05$	$0^g,06$	$0^g,06$	"
Radioactivité des précipités	0	3,33	34	16	"
Activité catalytique relative (approximative)	1	1,4	1,3	1,2	0,97
Deuxième série :					
Masses des précipités obtenus pour 100^{cm^3} de mélange	$0^g,115$	$0^g,12$	$0^g,175$	$0^g,11$	"
Radioactivité des précipités	0	0,5	7,05	1,95	"
Activité catalytique	1	1	2,8	1,02	1,7
Troisième série :					
Masses des précipités obtenus pour 100^{cm^3} de mélange	$0^g,18$	$0^g,195$	$0^g,13$	$0^g,19$	"
Radioactivité des précipités	0	0,15	4,1	1,15	"
Activité catalytique	1	3	6,5	7	2
Quatrième série :					
Activité catalytique	1	1,08	1,15	0,81	0,93

Conclusions. — On voit que l'activité catalytique des composés protéo-bismuthiques radioactifs obtenus dépend de la nature de l'élément radioactif qu'ils contiennent et de sa concentration dans le milieu où ils prennent naissance. Le baryum n'est pas sans influence.

Il est possible, au moyen de solutions bismuthiques radioactives, d'obtenir des composés protéo-bismuthiques plus actifs au point de vue catalytique que les précipités simples, en utilisant un élément radioactif convenablement choisi à une concentration convenable.

Il est à prévoir que les autres propriétés des précipités protéo-bismuthiques sont également fonctions des mêmes facteurs, en particulier les propriétés spirillicides : il serait intéressant de le vérifier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Radiochimie de corps fluorescents.* Note de M[lle] **Choucroun** présentée par M. Jean Perrin.

Certaines matières organiques fluorescentes dissoutes dans un milieu réducteur sont détruites, quand elles sont exposées à la lumière qui les fait luire (¹).

Il a été montré (²) que, dans cette réaction photochimique, la vitesse de destruction d'une masse donnée de corps fluorescent n'est pas indépendante de la concentration de ce corps dans le solvant. Cette vitesse qui devrait être constante (ou croître rapidement au cas d'un ordre de réaction supérieur à l'unité), si la loi d'action de masse s'appliquait aux réactions étudiées, décroît rapidement quand la concentration croît.

Ces résultats avaient été trouvés pour le bleu de méthylène nouveau et l'éosine dissous dans la glycérine.

En vue d'établir la loi de variation de la vitesse avec la concentration, des expériences précises ont été reprises avec le bleu de méthylène (BM cristallisé Kahlbaum) dissous dans une glycérine chimiquement pure de viscosité définie.

Les solutions soigneusement privées d'oxygène sont enfermées dans des cuves cylindriques à faces parallèles, de profondeurs variées et telles que la quantité de matière colorante enfermée (et par suite la proportion de lumière absorbée) soit toujours la même, quelle que soit la dilution. Cette matière est dosée au spectrophotomètre avant et après chaque exposition à la lumière. Afin de pouvoir apprécier, dès le début de la réaction, la destruction de faibles quantités de matière, le dosage photométrique se fait au maximum de la bande d'absorption alors que, grâce à des filtres appropriés, on excite avec une lumière faiblement absorbée.

La source de lumière était une lampe Ediswan à plaque incandescente de tungstène donnant pour image une plage éclairante bien homogène et fixe, couvrant complètement la face d'entrée de la cuve. L'éclairement était ainsi bien défini et demeurait sensiblement le même d'une expérience à l'autre.

J'ai ainsi retrouvé que la vitesse initiale de la réaction croît progressivement quand la concentration décroît, prenant par exemple les valeurs

---

(¹) Levaillant, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 398.

(²) Jean Perrin et M[lle] Choucroun, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 401.

relatives suivantes :

1 20 160 450 700 1400 3000 3000

pour les concentrations

$\frac{1}{200}$ $\frac{1}{2000}$ $\frac{1}{7500}$ $\frac{1}{15000}$ $\frac{1}{75000}$ $\frac{1}{100000}$ $\frac{1}{150000}$ $\frac{1}{300000}$

Cependant aucune loi ne pouvait être dégagée : je trouvais parfois des résultats différents pour des conditions qui me semblaient identiques. De plus, pour chaque préparation, la vitesse décroissait lentement au cours de la réaction.

En cherchant la cause de ces irrégularités, des résultats nettement aberrants me firent soupçonner la grande influence de traces d'ions H^+ ou OH^- sur la vitesse de la réaction : une solution qui avait pu être au contact d'un verre légèrement alcalin donnait une vitesse de réaction beaucoup plus grande que celles trouvées jusque-là pour cette concentration.

Étudiant alors systématiquement l'action des ions H^+ et OH^-, j'ai en effet trouvé que des traces d'ions H^+ ralentissent la vitesse de réaction et que des traces d'ions OH^- l'accélèrent, par un mécanisme qui reste à comprendre. Ainsi, pour une même concentration en bleu de méthylène, $\frac{1}{15000}$, la vitesse initiale prend les valeurs relatives suivantes :

80 200 500 1600

quand on ajoute en HCl ou NaOH, ce qui donnerait dans de l'eau pure les titres :

HCl $\frac{N}{1000}$ HCl $\frac{N}{10000}$ neutre NaOH $\frac{N}{10000}$

On pouvait dès lors se demander si le ralentissement toujours observé de la vitesse au cours d'une réaction, n'était pas dû à une modification progressive du pH du milieu par les produits de la réaction. Et si d'autre part les irrégularités observées n'étaient dues au fait que le pH des solutions étudiées n'était pas bien défini. Il fallait ajouter au milieu un corps *tampon* qui, sans prendre part à la réaction, maintiendrait un pH constant. Je préparai des solutions de bleu de méthylène dans la glycérine rendue normale en acétate de sodium. Cette fois les irrégularités disparaissent.

La vitesse grandit quand la concentration décroît, mais atteint beaucoup plus tôt sa valeur limite, prenant par exemple les valeurs

150 1600 1500 1900

pour des concentrations en bleu de méthylène

	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{1500}$	$\frac{1}{15000}$	$\frac{1}{150000}$
au lieu des valeurs	1	20	450	3000

qui étaient obtenues sans solution tampon.

Ces résultats permettent de simplifier, comme on verra, la théorie radiochimique ([1]), qu'on avait dû compliquer pour expliquer la variation de vitesse dans les limites de concentration pour lesquelles la fluorescence reste fixe.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude thermique de plomb électrolytique. Allotropie du plomb.* Note ([2]) de MM. **A. Travers** et **Houot**, présentée par M. Léon Guillet.

A propos d'un travail sur les alliages d'imprimerie, nous avons été amenés à étudier un plomb électrolytique très pur, et où nous n'avons pu déceler que 0,025 pour 100 Fe, 0,010 pour 100 Cu, 0,005 Mn pour 100 et 0,17 Sn pour 100, le métal ressortant à 99,79 pour 100 ([3]).

L'étude *dilatométrique* d'un tel métal, coulé en coquille, a été faite à l'aide de *l'analyseur thermique* de MM. Chevenard (dispositif des verres, avec un moufle métallique permettant d'assurer l'homogénéité du chauffage).

Nous avons fait les observations suivantes :

1° La baguette de métal (de 5^{mm} de diamètre, 75^{cm} de longueur), que l'on vient de couler, se contracte pendant le chauffage accompagnant l'expérience dilatométrique, comme si le métal coulé avait été trempé. Cette contraction est de l'ordre de 0,15 pour 100.

2° Une baguette de métal coulé en coquille, puis chauffée 24 heures vers 240° et examinée ensuite au dilatomètre, ne présente plus de contraction.

En essayant de tremper ([4]) vers 300°, dans le dilatomètre même, une baguette *ainsi recuite préalablement*, on ne modifie pas le métal : la baguette

([1]) Jean Perrin, *Lumière et réactions chimiques* (Deuxième Conseil de Chimie-Solvay, avril 1925, p. 322-396, Gauthier-Villars).

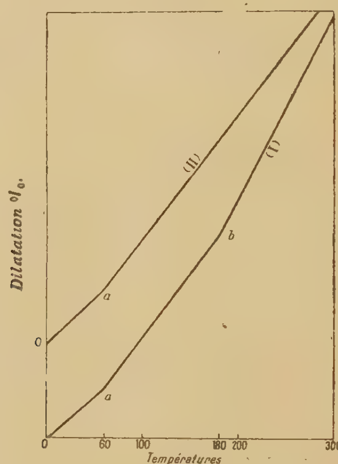
([2]) Séance du 28 juin 1926.

([3]) Ce métal ne renfermait pas traces de Sb.

([4]) On a versé, sur les porte-échantillons en quartz, une saumure refroidie vers — 10°.

ainsi trempée, examinée de nouveau au dilatomètre, ne présente pas de contraction, le stylet inscripteur correspondant à l'échantillon de plomb revient exactement au zéro.

3° On observe, suivant l'histoire thermique du métal, une ou deux brisures de la courbe de dilatation, l'une vers 180° (point *b*), l'autre vers 60° (point *a*) [courbe (I)].



Le plomb brut de coulée examiné au dilatomètre moins de 4 heures après la coulée donne une courbe présentant les deux brisures *a* et *b*.

Si l'examen est fait seulement huit jours après la coulée, seule la brisure *a* à température de 60° persiste [courbe (II)].

Un échantillon brut de coulée, et revenu, pendant 30 heures vers 160° donne aussi une courbe de dilatation présentant une seule brisure *a*, à température de 60° environ.

Au contraire, si le revenu est fait à température supérieure à 180°, (240°), par exemple, on retrouve les deux brisures dans la courbe de dilatation, comme dans le cas du métal brut de coulée.

De tous ces phénomènes nous pouvons tirer une série de conclusions intéressantes :

1° Les échantillons du plomb le plus pur qu'on puisse obtenir renferment encore des impuretés, dont quelques unes, comme Sn, donnent des solutions solides avec le métal pur. Du fait que « le domaine de la solution solide est séparé de celui à deux constituants par une courbe assez accentuée, et que la courbe de séparation des deux domaines est orientée de telle façon qu'on passe par chauffage de la zone à deux phases à celle à une

phase » (¹), il résulte que le métal trempé n'est formé que d'une phase (solution solide); le revenu précipite le constituant dissous en même temps que l'alliage se contracte.

2° L'existence des brisures dans la courbe de dilatation, c'est-à-dire de changements dans le coefficient de dilatation doit être attribuée à des variétés allotropiques du plomb; Heller et Cohen d'une part (²), Jaenecke (³) d'autre part ont déjà signalé l'existence de deux variétés de plomb, le point de transformation étant situé entre 50 et 75°. Les deux discontinuités, mises en évidence dans notre diagramme indiquent 3 variétés α, β, γ. La variété γ stable au-dessus de 180° se transformerait déjà à la température ordinaire, plus rapidement par revenu vers 160°. Le plomb ordinaire, coulé depuis un certain temps, serait formé des deux variétés α, β.

Le passage de l'une à l'autre variété se fait sans anomalie de dilatation, il est simplement accompagné d'une variation du coefficient de dilatation : il est possible que les diverses variétés aient des densités très voisines.

La présence simultanée de deux ou plusieurs variétés métastables ne doit pas étonner; pour ne citer qu'un exemple, rappelons que le quartz, la tridymite, la cristobalite coexistent dans les briques de silice.

Ces expériences montrent que la notion de métal pur n'est qu'une extrapolation, et l'on comprend, que les données numériques sur ces métaux dits purs (constantes physiques et mécaniques) ne représentent souvent, suivant l'expression de Cohen (⁴) « que des valeurs fortuites, fonction de la préhistoire thermique des échantillons ».

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouveau procédé général analytique : la centrifugo-volumétrie.* Note de M. **Robert-F. Le Guyon**, présentée par M. G. Urbain.

Il existe un certain nombre de réactions chimiques qui pourraient servir de base à des dosages volumétriques, si l'on connaissait des réactions colorées indiquant le terme de la précipitation. Nous avons pensé remédier à cette absence d'indicateur en employant la centrifugation pour rassembler le pré-

---

(¹) Léon Guillet, *Rev. Métall.*, Mém., 19, 1922, p. 162.
(²) *Rev. Métall.*, Mém., 12, 1915, p. 140.
(³) *Rev. Métall.*, Mém., 17, 1920, p. 107.
(⁴) *Rev. Métall.*, Mém., 12, 1915, p. 143.

cipité de telle sorte que, dans le liquide clair, l'absence de précipité dû à une goutte de réactif précipitant indique le terme de la réaction. Nous avons été amené à doser par ce procédé l'ion orthophosphorique, en présence d'acétate de soude, par une solution titrée de nitrate d'argent, et nous avons obtenu des résultats satisfaisants.

C'est ce qui nous a conduit à généraliser cette méthode en signalant, sous le nom de *centrifugo-volumétrie*, sa possibilité d'application à toute réaction chimique totale, consistant, par exemple, en la précipitation quantitative d'un sel par double décomposition entre deux autres sels, pour laquelle il n'existe pas de réaction colorée indiquant le terme de la réaction. La quantité de réactif précipitant employé renseignera sur la quantité de l'élément à doser.

Voici les quelques remarques que nous avons faites et les seules précautions que nous croyons devoir signaler au sujet de la pratique de ce procédé :

a. Mesurer exactement avec une burette de Mohr, ou mieux encore avec une micro-burette contrôlée, la quantité de prise d'essai.

b. Recueillir les liquides à doser dans des tubes centrifugeurs d'un diamètre d'autant plus large que la liqueur est moins diluée. Les tubes doivent, bien entendu, être calibrés au préalable.

c. Verser la solution précipitante en quantité telle que l'on approche, sans le dépasser, du terme de la réaction avant la première centrifugation. Si on le dépasse, on note le volume versé, et l'on recommence en se tenant en dessous de ce chiffre.

d. On a intérêt, surtout au début d'un dosage, ou lorsqu'on ne connaît pas approximativement la quantité à doser, à opérer non plus sur deux essais, mais sur quatre ou six à la fois, en utilisant tous les tubes de la centrifugeuse électrique, type Boulitte. On gagne ainsi un temps assez considérable, car ce qu'il y a de plus long, ce n'est pas la mesure des prises d'essais, ce sont les centrifugations successives.

e. Comme il n'y a pas de transvasement de liquides, on évite les pertes qui peuvent se produire dans les méthodes pondérales.

f. En opérant sur des liqueurs primitivement très étendues, avec des solutions précipitantes $\frac{N}{20}$, $\frac{N}{50}$, $\frac{N}{100}$, et dans des tubes assez étroits pour que l'on perçoive bien la cessation de toute précipitation dans le liquide clair surnageant et où l'on voit la première goutte d'excès tomber en diffusant dans le liquide, on peut obtenir une précision dans les résultats et l'on peut partir d'une quantité de matière première telle que le principe permet d'opérer par de *véritables micro-méthodes*.

En raison de son extrême simplicité, ce principe paraît devoir s'appliquer à un très grand nombre de réactions chimiques, et doit pouvoir rendre de grands services en Chimie analytique, chaque fois que l'on se

trouve en présence d'une réaction directe et totale pour laquelle il n'existe pas d'indicateur coloré ou de réaction de *post-précipitation* permettant de saisir le terme d'une réaction. C'est la combinaison de la centrifugation à la volumétrie, qui nous a fait appeler ce procédé du nom de *centrifugo-volumétrie*.

Notre méthode est de toute évidence un peu plus longue qu'une méthode volumétrique ordinaire, en raison du temps passé aux centrifugations successives. Mais, nous le répétons bien, elle n'est destinée à être employée que dans le cas où la méthode volumétrique n'est pas possible, soit directement en raison de l'absence d'un indicateur coloré, soit par différence, en raison de l'inexistence de réaction chimique permettant de titrer l'excès de réactif précipitant employé. Elle est enfin, sans contestation possible, de beaucoup supérieure en rapidité — et elle n'en exige pas la minutie — aux méthodes gravimétriques.

MINÉRALOGIE. — *Essai de classification des chlorites.* Note de M. **J. Orcel.**

Les idées actuelles sur la constitution chimique des silicates reposent encore sur des bases expérimentales bien fragiles. Il est donc préférable tout d'abord pour les classer de s'appuyer directement sur les résultats analytiques et de ne faire jouer aux théories qu'un rôle secondaire. La comparaison de certains rapports moléculaires caractéristiques permet alors, dans une même famille de silicates, de classer ceux-ci d'après les seules données de l'analyse.

Poursuivant depuis plusieurs années des recherches sur la composition chimique des chlorites j'ai constaté que ce procédé de classification pouvait simplifier beaucoup la nomenclature actuellement très encombrée de cette famille de minéraux, et j'ai été conduit à y envisager deux séries de rapports moléculaires :

1° Les rapports habituels qui permettent d'établir la formule empirique :

$$s=\frac{\mathrm{Si\,O^2}}{\mathrm{R^2\,O^3}};\qquad r=\frac{\mathrm{RO}}{\mathrm{R^2\,O^3}};\qquad h=\frac{\mathrm{H^2\,O}}{\mathrm{R^2\,O^3}};$$

avec $\mathrm{R^2\,O^3}=(\mathrm{Al, Fe, Cr})^2\,\mathrm{O^3}$ et $\mathrm{RO}=(\mathrm{Fe, Mg, Mn})\,\mathrm{O}$.

2° rapports spécifiques : $f=\frac{\mathrm{Fe\,O}}{\mathrm{Mg\,O}}$; $a=\frac{\mathrm{Fe^2\,O^3}}{\mathrm{Al^2\,O^3}}$; et accessoirement, dans le cas des chlorites chromifères : $c=\frac{\mathrm{Cr^2\,O^3}}{\mathrm{Al^2\,O^3}}$. Le calcul et la discussion des

analyses de chlorites effectuées jusqu'à présent (200 environ) montre que l'on peut aboutir à une classification simple dans laquelle les relations entre chaque type sont bien mises en évidence par la considération des rapports caractéristiques : s, f, a et c.

Le rapport s varie de 1 à 4,5, la chlorite la plus alumineuse étant l'amésite et les types les moins alumineux et les plus magnésiens étant représentés par les pennines. Ce rapport définit donc le groupe, les trois autres rapports les diverses espèces. On peut alors distinguer les groupes suivants.

I. L'amésite $s = 1$. (Chester, Massachusetts).

II. GROUPE DE LA CORUNDOPHYLLITE, $s = 1,33$ à $1,66$.

1° Type magnésien un peu ferreux (Chester, Massachusetts);

2° Type ferreux (Slobodá Nagoluaya, Russie);

3° Types alumineux et ferriques : *Thuringites* (pro parte).

III. GROUPE DES PROCHLORITES : $s = 1,66$ à $2,33$.

1° Prochlorites magnésiennes et alumineuses, pour lesquelles les rapports f et a ne dépassent pas 0,05 (ex. : sheridanite, prochlorite d'Aj [Slatoust, Oural], etc.) ;

2° *Grochauites* ($f = 0,1$ à $0,2$; $a = 0$ à $0,05$). Ex. : prochlorites des roches à corindon de la Caroline du Nord, du Transvaal, de Madagascar.

3° *Prochlorites ferromagnésiennes ou ripidolites* ($f = 0,2$ à $1,5$; $a = 0$ à $0,10$). Ex : *ripidolites* des fentes des gneiss alpins;

4° *Prochlorites ferreuses* ($f > 1,5$; $a = 0$ à $0,10$). Ex. : *Bavalite*, *daphnite*, *métachlorite*, *aphrosidérites;*

5° *Prochlorites alumino-ferriques* ($f > 1$ $d = 0,2$ à 1), en même temps riches en fer ferreux. Ex. : *strigovite, delessites* (?), *chloropites* (?), *thuringites;*

6° *Prochlorites ferriques* ($f > 2$; $a > 1$), *Cronstedtite*, *stilpnochloran.*

IV. GROUPE DES PROCHLORITES-CLINOCHLORES ($s = 2,33$ à $2,66$.). Ex. : *pycnochlorite.*

V. GROUPE DES CLINOCHLORES ($s = 2,66$ à $3,33$).

1° Clinochlores magnésiens ($f > 0,2$). Ex : Achmatovsk (Oural); Ala; Besafotra (Madagascar);

2° Clinochlores ferromagnésiens (f voisin de 1). Ex. : Westfield, Mass;

3° Clinochlores ferreux ($f > 1,5$). *brunsvigite*, *moravite.*

VI. CLINOCHLORES-PENNINES : $s = 3,33$ à $3,5$. Ex. ; pseudophite de Plaben.

VII. PENNINES : $s = 3,5$ à $4,5$.

1° Pennines magnésiennes ($a < 0,1$ $f > 0,2$). Ex. : pennine de Zermatt;

2° Pennines ferromagnésiennes ($a < 0,4$; $f = 0,2$ à 1), *diabantites;*

3° Pennines alumino-ferriques et ferreuses ($a < 2$; $f < 1$), *stilpnomélanes;*

4° Pennines ferriques et ferreuses ($a > 2$; $f > 0,2$) : Certaines analyses de *chalcodites.*

Les types renfermant du chrome se rencontrent dans les groupes pour lesquels le rapport s varie de 2 (prochlorite chromifère de Bagot, Ontario)

à 3,7 (kämmererite du Texas). On peut distinguer parmi eux des types chromifères ($c < 0,10$) et des types chromiques ($c > 0,10$). Les types chromiques n'existent que dans le groupe des clinochlores (kotschubéites) et dans celui des pennines (kämmererites) (¹).

Variation des propriétés optiques. — Dans beaucoup de familles de silicates les propriétés optiques permettent un diagnostic rapide et précis des espèces. Il ne semble pas qu'il en soit ainsi pour les chlorites. En effet, bien que les données numériques ne soient pas encore assez nombreuses pour conclure d'une façon définitive, on peut déjà faire les remarques suivantes : 1° si l'on compare entre elles les espèces possédant la même teneur en fer ferrique et ferreux, les indices changent très peu quand le rapport s augmente. Il en résulte qu'en pratique les diverses espèces ne peuvent être distinguées par les seules propriétés optiques (exemple : chlorites blanches); 2° l'augmentation de la teneur en fer a pour résultat d'accroître les indices, et il semble que dans un même groupe l'augmentation de la biréfringence corresponde à un accroissement de la teneur en fer ferrique (thuringites, delessites), mais de nouvelles données sont encore nécessaires pour confirmer cette observation. A égalité de teneur en fer les indices augmentent, dans un même groupe, avec la teneur en chrome.

GÉOLOGIE. — *Les terrasses alluviales de l'Euphrate et les industries qu'elles contiennent* (²). Note (³) de M. E. **Passemard**, transmise par M. Ch. Depéret.

L'Euphrate est un puissant cours d'eau qui se jette dans le golfe Persique, c'est-à-dire dans l'océan Indien. La partie étudiée est comprise dans les territoires sous mandat français, entre Djérablouse et Abou-Kemal.

Dans cette région il forme une innombrable quantité de méandres, et son cours est voisin d'un profil d'équilibre.

D'après la Mission hydrographique Héraud, il existerait des formations glaciaires dans le voisinage immédiat de l'Euphrate. Je n'en ai pas ren-

(¹) Il est à remarquer qu'on n'a pas encore rencontré de prochlorites chromiques ni de chlorites alumineuses renfermant du chrome.

(²) Mission du Ministère de l'Instruction publique pour laquelle l'Académie des Sciences a accordé une subvention sur le legs Loutreuil.

(³) Séance du 26 juillet 1926.

contré, et je suppose qu'elles ont été confondues avec les cailloux roulés qui forment ses bords.

L'examen des rives montre d'abord une large plaine alluviale que domine, la plupart du temps, une falaise gypseuse ou calcaire sur la rive droite et une plaine basse au delà de laquelle il faut aller chercher les premiers reliefs alluviaux, à plusieurs kilomètres sur la rive gauche. Aux environs de Deir-ez-Zor, sur la rive droite, on rencontre un plateau alluvial élevé à 5^{km} du fleuve, tandis que sur la rive gauche, il faut faire 20^{km} dans la plaine désertique de Djezireh pour trouver la réplique.

Le secteur sud de l'Euphrate, dans la région entre Deir-ez-Zor et Abou-Kemal, présente peu de restes continus de formations alluviales; et c'est à partir de Deir-ez-Zor surtout que la piste qui suit le fleuve traverse presque constamment soit la plaine alluviale, soit les terrasses d'altitude différentes sur lesquelles elle s'élève parfois, formations que nous pouvons suivre sur de longues distances, jusqu'à Meskéné. Passé Meskéné, la piste s'éloigne du fleuve, et l'étude des rives devient très difficile.

Si l'on examine de loin la falaise riveraine, on est frappé par ce fait qu'elle présente, presque partout, une surface subhorizontale parfois couronnée par un conglomérat de cailloux roulés. Dépassant cette surface, s'élèvent de petits monticules qui n'ont rien d'alluviaux. Au-dessous, suivant les endroits, et plaqués contre cette falaise, particulièrement dans les anciens méandres concaves, on trouve toute une série de niveaux alluviaux, d'altitude inférieure à celle de la falaise, très fractionnés par l'érosion sous forme de plates-formes assez étendues ou de cônes tronqués qui, vus de loin, forment des surfaces parfaitement continues et horizontales. Au-dessous s'étend la plaine alluviale, généralement assez élevée par rapport au cours actuel, mais qui, cependant, est inondée à l'époque de la fonte des neiges et à la saison des pluies.

L'Euphrate transporte beaucoup plus d'éléments fins que d'éléments volumineux et les alluvions riveraines sont surtout composées de cailloutis médiocres surmontés d'une masse considérable de limon. Au-dessous de la plaine alluviale et recouvert par un épais limon, paraît s'étendre un gros cailloutis assez difficile à voir, mais dont j'ai retrouvé des traces en différents endroits.

Le secteur le plus intéressant sur la rive droite est celui que j'ai étudié le plus; il s'étend de Rakka à Deir ez Zor.

A Sabka, nous trouvons parfaitement visibles et s'échelonnant les uns au-dessus des autres, toute la série de niveaux rencontrés dans l'Europe occidentale.

La plaine alluviale débute à ce point à $3^m,60$ au-dessus du cours d'eau et va buter au pied d'un replat horizontal de $15^m,36$, lequel se trouve placé devant un replat également bien horizontal de $30^m,52$, lequel est placé lui-même devant un autre replat de $56^m,14$ qui s'appuie contre la falaise (qui n'est pas une terrasse) dont l'altitude est de $77^m,13$. Ces mesures ont été prises au tachéomètre par M. Darrous (topographe attaché à la mission) non géologue et exempt de tous préjugés théoriques.

La falaise s'élève par ailleurs, et à Meskéné nous y trouvons à 95^m un conglomérat certainement d'origine alluviale.

Les régions où il est le plus facile d'étudier les terrasses sont celles de Tabous, à 22^{km} de Deir ez Zor, puis vers Madan en passant par Tibni, et jusqu'à Rakka.

La région comprise entre Rakka et Meskéné est moins claire, mais cependant étudiable.

Il résulte donc de ces observations, que les terrasses de l'Euphrate, cours d'eau qui se jette dans le golfe Persique, et par conséquent est tributaire du bassin Indien, ont des altitudes absolument voisines de celles données pour les cours d'eau tributaires du Bassin méditerranéen et atlantique, c'est-à-dire des terrasses classiques de 15, 30, 60 et 100^m.

Ce fait est particulièrement remarquable et entraîne des conséquences importantes pour la théorie de la formation des terrasses.

Il n'a été trouvé dans ces terrasses aucun ossement ni humain ni animal, mais les industries préhistoriques sont abondantes et de types divers. Les premières découvertes d'objets ont été faites à la surface de la plaine alluviale, et sur les plages et les bras morts ou à la surface des îlots exondés à certaines époques, enfin sur et dans les terrasses elles-mêmes.

Outre des objets appartenant au Néolithique (assez rares) il a été trouvé beaucoup de lames pouvant être rapportées au Paléolithique supérieur, et, une abondante moisson de pugiloïdes bifaces, du Paléolithique inférieur.

Le cailloutis de base d'une terrasse de 27^m nous a fourni un coup de poing bien en place, du type biface, lancéolé, à talon réservé, probablement Chelléen supérieur.

La terrasse de 60^m et celle de 100^m n'ont rien donné.

Conclusions. — 1° Il résulte de ces observations que, sur les bords de l'Euphrate, se rencontrent un certain nombre de niveaux alluviaux appartenant à d'anciennes nappes qui s'échelonnent à des altitudes voisines de 15, 30, 60 et 100^m et sont par conséquent comparables à celles décrites par Deperet, Lamothe, Chaput, etc, et par moi-même pour la Nive et le Sébou.

Ce qui est remarquable pour un fleuve qui se jette dans le bassin Indien.

2° Que la terrasse de 30^m (27^m) renfermait un instrument biface de type chelléen.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Premières observations relatives aux parasites atmosphériques en Afrique occidentale.* Note (¹) de M. **Henry Hubert.**

Pour les recherches effectuées à Dakar depuis 1925 sur les parasites atmosphériques on a utilisé un dispositif à cadre identique à celui établi par M. Rothé à Strasbourg (²). Les renseignements généraux acquis jusqu'à ce jour sont les suivants.

Les bruits perçus sont ceux décrits par MM. Rothé (²) et Lacoste (*Thèse de Doctorat*) sous les noms de *décharges*, *craquements* et *claquements*. Les deux derniers, souvent difficiles à séparer à l'oreille et paraissant avoir la même origine, ont été dénombrés ensemble.

Décharges. — Conformément aux observations de M. Rothé, les *décharges* sont en relation directe avec le jaillissement de la foudre. Il apparaît en outre, en Afrique occidentale au moins, que les décharges seules sont dans ce cas.

Pour chaque longueur d'onde, il y a une orientation du cadre, vers l'Est, pour laquelle il y a un maximum de fréquence, et une autre orientation, souvent très comparable, pour laquelle il y a un maximum d'intensité des *décharges*. Sauf le cas d'un orage très proche suivant un azimut très différent de l'Est, ces directions sont également très voisines de celles qu'on observe pour les *claquements* et les *craquements* (voir plus loin).

(¹) Séance du 19 juillet 1926.

(²) Rothé, *L'Onde électrique*, 2, 1923, p. 7. Avec le dispositif employé le champ des investigations porte sur des longueurs d'onde comprises entre 7000 et 22000^m. L'addition d'un bigrille a permis de descendre jusqu'à 200^m. La substitution d'une antenne au cadre en augmentant la portée et en diminuant la sélectivité, permet de capter un bien plus grand nombre de parasites, mais c'est là plutôt un inconvénient, puisque, pour des longueurs d'onde de quelques milliers de mètres seulement, le nombre des parasites perçus devient souvent si considérable qu'il est impossible de les dénombrer.

Pratiquement l'azimut de plus grande fréquence des *décharges* est le même pour toutes les longueurs d'onde, mais il y a une longueur d'onde, variable dans le temps (entre 6000^m et 15000^m) pour laquelle la fréquence est optimum, avec décroissance progressive au-dessus et au-dessous de cette longueur d'onde.

Pendant la période de l'année où la foudre ne jaillit pas, on n'enregistre pas de *décharges*. En hivernage, on ne perçoit celles-ci que s'il y a jaillissement de la foudre dans un rayon inférieur à 300 ou 400^{km}. La fréquence est en relation directe avec celle du jaillissement de la foudre (jusqu'à 30 à la minute). L'audibilité est bien meilleure quand l'orage vient vers l'observateur que lorsqu'il a dépassé celui-ci.

Claquements et craquements. — Ils ont lieu à toute heure et en toute saison. Ils ne sont pas déterminés par le jaillissement de la foudre. De même que pour les décharges, quand celles-ci se manifestent, il y a, pour une période d'observation (quelques minutes), maximum de fréquence pour une certaine orientation du cadre (voisine de l'Est) et pour une longueur d'onde, variable (souvent vers 13000^m), avec décroissance progressive de part et d'autre de cette orientation et de cette longueur (les parasites sont relativement peu nombreux au-dessus de 22000^m et au-dessous de 200, mais il faut aller bien en deçà de ce dernier chiffre pour les éliminer).

L'azimut de plus grande fréquence n'est pas fixe. En général, du matin au soir il se déplace progressivement et d'une faible quantité (exceptionnellement 75°) vers le Nord. Aux environs du coucher du Soleil il se déplace brusquement vers le Sud. Il varie en outre suivant les saisons : il est d'ordinaire voisin de l'Est ou de l'Est-Sud-Est en hivernage (vent à terre SW à W), et de l'Est-Nord-Est en saison sèche (vent à terre N à NE).

En dehors de toute perturbation météorologique, la fréquence des *claquements* et des *craquements* est beaucoup plus grande la nuit que le jour; il y a brusque augmentation à partir du coucher du Soleil et notable diminution à partir des premières heures après minuit. Il est probable qu'il n'y a pas, au sens absolu, augmentation à la tombée de la nuit des parasites produits, mais simplement augmentation des parasites perçus, du fait d'une meilleure audibilité.

Pour les 12 heures d'insolation de chaque jour, la fréquence varie suivant la saison considérée. On a, par exemple, en hivernage, 30 *claquements* à la minute à 8^h, 60 à 14^h, 80 à 17^h; en saison sèche, on en a 40 à 8^h, 55 à 14^h et 45 à 17^h. La fréquence n'est pas modifiée par l'approche des fronts froids ni par les déplacements horizontaux de l'air atmosphérique. Elle

augmente au contraire systématiquement avec les déplacements verticaux, rythmiques ou accidentels, des masses d'air dans les courants aériens.

Les choses se passent comme si les *claquements* et les *craquements* étaient dus à des décharges oscillantes de faible importance, ni lumineuses, ni sonores, se produisant à tout moment — à moins de quelques milliers de mètres d'altitude et à des distances de quelques dizaines de kilomètres au plus des appareils — entre des masses d'air de potentiel très différent amenées au voisinage les unes des autres à la suite de brassages énergiques déterminés surtout par des courants ascendants violents.

CYTOLOGIE. — *Effet du jus embryonnaire hétérogène sur la rapidité d'émigration des cellules et les premiers stades de croissance des cultures de tissus.* Note [1] de Mlle **Laura Kaufman**, présentée par M. Henneguy.

La croissance du Canard étant beaucoup plus rapide que celle du Poulet, la question se posait de savoir : 1° si cette différence de rapidité se manifeste aussi dans les fragments de tissus de ces Oiseaux, mis en culture *in vitro* et en ce cas; 2° si cette différence est due à la structure morphologique des cellules ou à des substances contenues dans les extraits de tissus.

Des cultures du cœur d'embryon de Poulet de 8 à 9 jours étaient comparées avec des cultures analogues d'embryon de Canard de 11 à 12 jours. Chaque fragment était placé dans une goutte de plasma (de Poule ou de Cane) sur des lamelles en mica et une goutte d'extrait embryonnaire du même Oiseau était ajoutée. Le repiquage était fait après 48 heures et l'accroissement était mesuré 48 heures après chaque repiquage. Le taux d'accroissement était déterminé en divisant la différence des surfaces de la zone d'accroissement et du morceau central par la surface du morceau central.

Le taux d'accroissement du cœur de l'embryon de Poule 48 heures après le premier repiquage était 1,0 à 8,5, celui du Canard 2,5 à 20,7. La différente rapidité de croissance de la Poule et du Canard est donc maintenue dans les fragments de leurs cœurs cultivés *in vitro*.

Comme la rapidité d'accroissement diffère d'une culture à l'autre, je ne comparai que le taux de croissance des morceaux provenant de mêmes cultures, mis en extraits hétérologues.

---

(1) Séance du 26 juillet 1926.

	Taux d'accroissement des fragments de cœur de Poulet en présence d'extrait de	
	Poulet.	Canard.
Premier repiquage.........	1,0	2,1
	2,4	2,6
	4,1	6,1
	4,4	7,1
	6,9	11,4
	7,6	12,7
Deuxième repiquage.......	0,7	2,0
	0,8	3,7
	1,0	4,0
	1,3	5,0
	1,6	
	2,7	

	Taux d'accroissement de cœur de Canard en présence d'extrait de	
	Canard.	Poulet.
Premier repiquage.........	2,5	1,0
	2,6	2,0
	3,1	2,0
	6,3	2,8
	6,3	3,8
	7,7	4,7
	11,4	8,3
	20,7	9,4
Deuxième repiquage.......	2,1	2,1
	2,1	4,0
	4,6	4,2
	5,4	12,4
	5,8	
	8,1	
	13,3	

Les chiffres précédents semblent indiquer d'une part une certaine augmentation du taux d'accroissement du cœur d'embryon de Poule dans l'extrait embryonnaire du Canard, d'autre part un ralentissement du développement du cœur de Canard dans le jus embryonnaire du Poulet.

Nous avons constaté que les cultures du cœur de Poulet ainsi que de Canard commençaient à pousser après 5 à 6 heures dans l'extrait de Canard, tandis que dans l'extrait de Poulet, ni le cœur du Canard, ni celui du Poulet ne montraient encore d'accroissement. Nous pouvons en conclure

que le jus de Canard stimule l'émigration cellulaire plus fortement que le jus de Poulet.

Les cellules du cœur de Canard sont plus grandes que celles du Poulet. Les recherches préliminaires faites sur des préparations fixées et colorées indiquent que les cellules du Poulet mises en milieu contenant l'extrait de Canard paraissent, sinon plus grandes, tout au moins plus étalées que dans leur milieu homologue.

BIOLOGIE. — *Prolongation de la vie chez les papillons décapités.* Note (¹) de M. **Paul Camboué**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Le fait de la vie se continuant longtemps après l'ablation de la tête chez les insectes est connu et s'explique suffisamment, si je ne me trompe, par la faible importance des ganglions cérébroïdes dans la physiologie de l'animal. D'après MM. A. Conte et C. Vaney (²), des chenilles de *Lymantrya dispar* privées de leur tête ne subirent d'autre trouble, après décapitation, qu'un ralentissement de la locomotion. La chrysalidation eut lieu peu de jours après l'ablation de la tête; les chrysalides restant bien vivantes et manifestant, quand on les excitait, des mouvements brusques de latéralité et de télescopage. Et en opérant artificiellement la mue imaginale par le dépouillement de l'insecte de son enveloppe chrysalidaire, on obtint un papillon acéphale parfaitement vivant ne différant du type normal que par l'absence de la tête. La Note ne dit pas quelle fut la durée de la vie en longévité du papillon acéphale.

La lecture de cette Note et le fait constaté d'une persistance de vie qui me sembla extraordinaire chez un papillon de Madagascar, le *Borocera Madagascariensis*, laissé dans une de mes cages d'études de biologie entomologique après avoir été décapité (afin d'en étudier les antennes), m'amenèrent à faire diverses observations et expériences sur la durée de vie, longévité ou survie de ce papillon après ablation de la tête (³). Je constatai dès lors que cette durée de vie, longévité ou survie, semblait plus grande que chez le papillon normal.

(¹) Séance du 26 juillet 1926.

(²) Cf. *Comptes rendus*, 152, 1911, p. 404-406.

(³) L'ablation de la tête doit être opérée de sorte qu'il ne se produise pas d'hémorragie (épanchement d'hémolympie).

Je fis part à M. E. Gley du résultat de quelques-unes de mes expériences et observations et il me conseilla de multiplier et de répéter mes expériences, et d'observer, s'il était possible, d'autres insectes.

Conformément à ce conseil, des expériences et observations multiples et faites sur un autre insecte lépidoptère de Madagascar, l'*Antheræa Suraka*, me donnèrent les résultats ci-relevés :

I. — *Borocera Madagascariensis :* 24 observations.

	Moyenne de vie (en jours).	Maximum de vie (en jours).
1° *a.* Papillon ♂ (type normal non décapité)....	7 env.	10 env.
b. Papillon ♂ (décapité)....................	13	18
2° *a.* Papillon ♀ (type normal non décapité)....	7	11
b. Papillon ♀ (décapité)....................	10	16

II. — *Antheræa Suraka :* 60 observations.

	Moyenne de vie (en jours).	Maximum de vie (en jours).
1° *a.* Papillon ♂ (type normal non décapité)....	10 env.	13 env.
b. Papillon ♂ (décapité)....................	15	30
2° *a.* Papillon ♀ (type normal non décapité)....	9	12
b. Papillon ♀ (décapité)....................	15	34

Les individus étaient décapités avant ou après l'accouplement. Pour expliquer ce phénomène M. E. Gley verrait qu'une supposition : « ralentissement ou diminution de tous les échanges (du métabolisme général) après la décapitation; et, partant, une moindre usure ». Cette moindre usure je l'ai d'ailleurs constatée dans mes cages d'études chez le papillon du *Borocera Madagascariensis* et chez celui de l'*Antheræa Suraka*, surtout chez ce dernier et plus particulièrement chez le papillon ♂.

Quoi qu'il en soit, il semble bien résulter de mes observations et expériences sur ces deux papillons de Madagascar que la décapitation ou ablation de la tête, et partant le défaut d'intégrité des centres nerveux céphaliques, bien loin d'abréger la durée de la vie, longévité ou survie chez l'insecte décapité, la prolonge au contraire et la fait plus durable que chez l'insecte de type normal.

PSYCHOLOGIE ANIMALE. — *Faits psychiques insolites et frappants manifestés par une série d'araignées du genre* Epeire diadème, *pour tendre leurs toiles dans le plan vertical.* Note [1] de M. **Baptiste Roussy**, présentée par M. d'Arsonval.

En septembre et octobre 1921 et 1922, j'ai eu l'occasion d'observer longuement une trentaine d'*Epeires diadèmes* (Linné) dans la construction de leurs toiles. Un tiers de ces araignées, qui habitaient la même partie d'un grand jardin, ont inventé un procédé étonnant, pour tendre leurs toiles dans le plan vertical, au moyen d'une sorte de fil à plomb, qu'elles raccourcissaient ensuite de plusieurs façons.

Les figures ci-après représentent quelques-unes de ces façons.

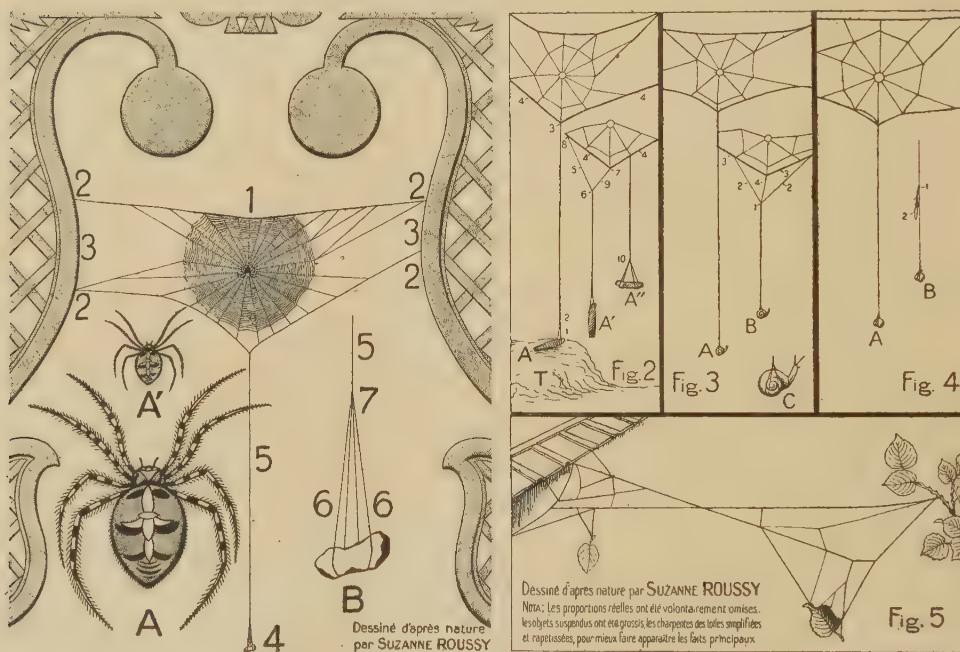


Fig. 1. — Toile tissée au milieu de l'entrée en bois ornementé d'une loge de jardin et tendue par un fil à plomb, dans le plan vertical.

Fig. 2, 3, 4 et 5. — Quatre variétés de construction et de raccourcissement du fil à plomb inventées par quatre épeires, pour tendre leurs toiles dans le plan vertical.

(1) Séance du 19 juillet 1926.

Figure 1. — La toile (1), presque circulaire, avait 15^{cm} de hauteur et 17^{cm} de largeur. Elle comprenait 49 spires polygonées. Sa charpente était attachée, par les quatre extrémités des câbles (2), sur les côtés en bois ornementé (3-3), formant l'entrée de la loge.

Un fil à plomb (5), dont le poids lourd (4) était un gravier de 11^{mm} de long, de 6^{mm} de large et de 4^{mm} d'épaisseur, pesant 27^{cg}, était couché horizontalement et bien équilibré sur deux sortes d'étriers (6-6) soudés au point (7) du fil (5), long de 50^{cm}, ainsi que le représente la figure B, légèrement amplifiée. Quand je la découvris, cette araignée, A, avait monté ce gravier à 99^{cm} du sol. Elle se tenait presque constamment sur son aire. Après une longue observation à l'œil nu et avec une forte loupe, je la captai dans un petit flacon préalablement taré sur la balance de précision d'un pharmacien voisin. *Elle pesait* 5^{cg}. Après examen et description, je la conservai dans l'alcool.

Une autre araignée voisine, en tout semblable à la précédente, avait aussi tendu sa toile par un fil à plomb lesté avec une pierre de 39^{cg}, couchée sur un double étrier et située à 25^{cm} du sol.

Je surélevai alors cette pierre de 10^{cm}, au moyen d'un petit support; la toile se détendit, l'araignée sortit immédiatement de son aire, parut explorer sa toile avec inquiétude, en différents sens, puis se dirigea vers le fil à plomb détendu, à côté duquel elle descendit, tête en bas, au moyen d'un nouveau fil sorti de sa filière, jusqu'au niveau de la pierre, comme si elle voulait se rendre compte. Un instant après, elle grimpa sur ce nouveau fil en le pelotonnant, et retourna se placer *sur son aire d'observation*.

Plus tard, je vis qu'elle avait raccourci son fil à plomb, en posant un nouveau fil semblable au fil 5 (*fig.* 2) et 2 (*fig.* 3). La pierre avait été ainsi surélevée au-dessus du support. Elle était librement suspendue dans l'air et tendait parfaitement, de nouveau, sa toile.

Figure 2. — A. *Première position* d'un fragment de bois sec de 50^{mm} de long et 4^{mm} de diamètre, dont l'extrémité droite est légèrement soulevée sur un étrier simple (1) attaché au point (2) du fil (3). L'extrémité gauche n'a aucune adhérence sur le tas T de détritus.

A′. *Deuxième position* du fragment soulevé dans l'air, par le raccourcissement du fil à plomb (9), obtenu en fixant l'extrémité inférieure d'un nouveau fil (5) au point (6) du fil à plomb (9) et son extrémité supérieure au point (8) du câble inférieur (4) de la charpente de la toile.

A″. *Troisième position* du fragment de bois reposant sur un *double étrier*, dont les extrémités sont fixées au point (10) du fil à plomb.

Figure 3. — Fil à plomb lesté par un escargot vivant (A), gros comme un grain de maïs, bien équilibré et encore fixé sur un *double étrier*, plus visible sur l'escargot C, grossi. — B. Escargot soulevé haut dans l'air, par le raccourcissement du fil à plomb, obtenu au moyen de *deux* nouveaux fils (2-2), dont les deux extrémités inférieures sont collées au point (1) du fil à plomb et les deux extrémités supérieures sur le câble inférieur (3-3) de la charpente de la toile. Ce raccourcissement a eu, pour conséquence, de faire onduler et flotter la partie (4) du fil à plomb, rendue inutile.

Figure 4. — Fil à plomb lesté par un gravier (A) tenu entre *deux étriers* écartés. — B. Fil à plomb raccourci par la formation d'une sorte de boucle (2), qui flotte librement. Cette boucle a été obtenue par un procédé nouveau, qui consiste à remonter la partie inférieure du fil à plomb et à la nouer au point (1) de la partie supérieure.

Figure 5. — Deux feuilles accrochées sur le câble inférieur de la charpente d'une toile d'araignée.

On ne peut s'empêcher de considérer ces faits comme *conscients et raisonnés, calculés et voulus*, et non comme de pures manifestations mécaniques et aveugles de l'instinct animal habituel.

PHARMACODYNAMIE. — *Recherches sur la composition de la scille et son principe tonicardiaque.* Note [1] de MM. **F. Henrijean** et **W. Kopaczewski**, présentée par M. Charles Richet.

Nous avons étudié les propriétés du principe actif de la scille, isolé en 1914 par l'un de nous [2].

Propriétés physiques. — C'est une poudre à l'aspect brillant, jaune, très hygroscopique; elle est soluble dans l'eau à raison de 4 pour 100 environ; les solutions aqueuses sont légèrement amères, mais fortement âcres; la poudre est insoluble dans l'alcool et dans l'éther; son poids moléculaire, établi par la cryométrie, est 352,2 (variation de 15,0 d'une détermination à l'autre).

Propriétés chimiques. — L'analyse qualitative démontre que notre substance est un composé ternaire : l'analyse élémentaire donne les chiffres

---

(1) Séance du 28 juin 1926.

(2) W. Kopaczewski, *Comptes rendus*, 158, 1914, p. 1520; J. Danysz et W. Kopaczewski, *Soc. Biol.*, 77, 1914, p. 59; W. Kopaczewski, *Biochem. Zeit.*, 66, 1914, p. 501.

suivants : C = 42,40, H = 6,32 et O = 51,28. Étant donné le poids moléculaire 352, ces résultats correspondent à la formule globale $C^{11}H^{22}O^{11}$.

Les solutions aqueuses de la substance étudiée réduisent à peine la liqueur de Fehling, après quelques minutes d'ébullition; le produit d'hydrolyse n'est pas du glucose.

Propriétés physiologiques. — Voici les doses toxiques :

	Par kilogramme d'animal.
Rat	0,175 à 0,280
Lapin	0,480 à 0,700
Chien	0,180 à 0,260

A l'autopsie des animaux intoxiqués on trouve : poumon affaissé, congestionné à sa base, flasque et sans crépitations; cœur arrêté en systole; sang liquide dans l'aorte; foie très hypérémié et congestionné; rate énorme; vésicule biliaire distendue; tous les organes abdominaux très hypérémiés.

Nous avons étudié l'action de cette substance sur l'électrocardiogramme et sur la pression artérielle.

Après injection intraveineuse d'une dose de $0^g,0066$ par kilogramme de chien, en solution dans le liquide de Ringer, le pouls, tout d'abord irrégulier au kymographe chez le chien en expérience, et dont l'irrégularité ne se traduit pas sur l'électrocardiogramme, se ralentit fortement, tout en se régularisant; en même temps, la pression artérielle augmente. L'électrocardiogramme à type auriculaire se transforme, quand le pouls est ralenti, en électrocardiogramme du type ventriculaire; puis le pouls s'accélère, mais l'électrocardiogramme conserve toujours le type ventriculaire qui persiste dans les périodes ultérieures; l'onde R alors présente des dédoublements.

Les faits expérimentaux cités autorisent les conclusions suivantes :

Le corps isolé de la scille, correspondant à la formule $C^{11}H^{22}O^{11}$, *appartient par ses propriétés physiologiques au groupe des médicaments cardiaques typiques et semble représenter le principe actif de cette plante, chimiquement caractérisé et physiologiquement contrôlé* (¹).

(¹) Depuis la publication de nos premiers travaux on a signalé la possibilité d'obtenir un principe actif de la scille à l'état cristallisé. Mais aucun travail expérimental n'a été publié à ce sujet; la consultation des brevets suisses et allemands, déposés mais pas encore délivrés permet de se rendre compte qu'il s'agit de préparation d'un corps cristallisé, obtenu par l'hydrolyse du principe actif qui, lui, est amorphe. Nous sommes donc en droit de considérer jusqu'à nouvel ordre notre substance comme une véritable individualité chimique.

M. HORACE HAVRE adresse une Note intitulée : *Explication de certains phénomènes géologiques par la désintégration atomique.*

M. GLEB WATAGHIN adresse une Note *Sur les expériences de Fizeau et de Zeeman.*

La séance est levée à $15^h 15^m$.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 29 mars 1926.)

Note de MM. *C. Rouppert* et *H. Jedrzejowski*, Sur l'action du rayonnement des corps radioactifs sur les perlules végétales :

Page 864, ligne 11, *au lieu de* protoplastes animaux, *lire* protoplastes des semences et levures.

Page 864, ligne 12, *au lieu de* les tissus végétaux, *lire* les autres tissus végétaux.

Page 865, ligne 12, *au lieu de* durant 18 heures, *lire* durant 8 heures.

(Séance du 7 juin 1926.)

Note de Mlle *N. Bary* et M. *D. Menchoff*, Sur l'intégrale de Lebesgue-Stieltjes et les fonctions absolument continues de fonctions absolument continues :

Page 1374, 14e et 15e lignes, rétablir la phrase ainsi : Mais dans le cas remarquable d'une fonction de la forme $f[\varphi(x)]$, où les extrêmes de $\varphi(x)$ sont aux bornes de l'intervalle (a, b), on a le

(Séance du 21 juin 1926.)

Note de M. *Henri Bénard*, Sur l'inexactitude, pour les liquides réels, des lois théoriques de Kármán relatives à la stabilité des tourbillons alternés :

Page 1524, ligne 4, *au lieu de* $\frac{e}{h}$, *lire* $\frac{h}{e}$; ligne 7 en remontant, dernière colonne, *au lieu de* 0,131, *lire* 0,136.

(Séance du 5 juillet 1926.)

Note de M. *D. P. Konovalov*, Sur les chaleurs de combustion de quelques hydrocarbures :

Page 41, ligne 3 en remontant, *au lieu de* Berthelot et Maller ont trouvé $Q = 507,0$, *lire* Berthelot et Matignon.

(Séance du 19 juillet 1926.)

Note de M. *Farid Boulad Bey*, Sur le calcul d'une poutre continue de forme quelconque lorsqu'on donne ses déformations élastiques verticales :

Page 187, 3e ligne en remontant, *au lieu de*

$$S_{r-1} = \frac{1}{l_{r+1}}, \qquad S_r = -\left(\frac{1}{l_r} + \frac{1}{l_{r+1}}\right), \qquad S_{r+1} = \frac{1}{l_r},$$

lire

$$S_{r-1} = \frac{1}{l_r}, \qquad S_r = -\left(\frac{1}{l_r} + \frac{1}{l_{r+1}}\right), \qquad S_{r+1} = \frac{1}{l_{r+1}}.$$

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de juin 1926 (*suite et fin*).

Afrique équatoriale française. Colonie du Tchad, carte dressée par Alexandre Meunier. Paris, Union graphique; 1 planche 95 × 75.

A Bibliography of Indian Geology. Part IV, *Palaeontological Index*, compiled by T. H. D. La Touche. Calcutta, Government of India, 1926; 1 vol. 27cm.

The Small Fruits of New-York, par U. P. Hedrick. Albany, J. B. Lyon, 1925; 1 vol. 31cm.

Les réserves d'énergie, par F. Rigaud. Paris, Gauthier-Villars et Cie; Masson et Cie, 1926; 1 vol. 19cm,5.

Les Mollusques d'eau douce, par E. Chemin. Paris, Paul Lechevalier, 1926; 1 vol. 20cm,5. (Présenté par M. Louis Joubin.)

Mémorial des sciences mathématiques. Fasc. XIV : *Théorie des champs gravifiques*, par Th. De Donder. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1926; 1 fasc. 25cm,5. (Présenté par M. G. Kœnigs.)

Compagnie de Fives-Lille. Utilisation technique des recherches récentes sur la vapeur d'eau. Paris, Maretheux, 1926; 1 vol. 24cm,5. (Présenté par M. G. Kœnigs).

La Società italiana delle scienze detta dei XL. Il suo passato ed il suo avvenire, par Emanuele Paternò. Roma, Giovanni Bardi, 1926; 1 fasc. 30cm,5.

L'Ochématique (le calcul vectoriel), ses applications géométriques et ses rapports avec le calcul différentiel absolu, par Axel Egnell. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1926; 1 vol. 25cm,5.

Atlas de spectres d'arc, par Jacques Bardet. Paris, Gaston Doin et Cie, 1926; 1 vol. 24cm,5 et 1 recueil de planches, 26cm.